

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ**  
**«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту

Кафедра інженерної екології

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ К.К. Ткачук

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 р.

**Дипломний проект**

на здобуття ступеня бакалавра

зі спеціальності 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»

на тему: ПАТ «Запоріжсталь» з модернізацією систем очищення атмосферного повітря ливарного цеху

Виконала: студентка 4 курсу, групи ОЗ-52

Боженко Аліна Олександрівна

Керівник: ас., к.т.н. Кофанов О.Є.

Консультант з економічної частини: доцент, д.т.н. Тверда О.Я.

Консультант з охорони праці: доцент, к.т.н. Козлов С.С.

Рецензент:

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті  
немає запозичень з праць інших авторів без  
відповідних посилань

Студентка \_\_\_\_\_

Київ – 2019 року

## ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	ОЗ-52.2403.57.19	Пояснювальна записка		

				ОЗ-52.2403.57.19		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Розробн.	Боженко А.О.			Відомість дипломного проекту	Лист	Листів
Керівн.	Кофанов О.Є.				2	71
Консульт.					КПІ ім. Ігоря Сікорського Кафедра ІЕ Гр. ОЗ-52	
Н/контр.	Репін М.В					
Зав.каф.	Ткачук К.К.					

**Пояснювальна записка  
до дипломного проекту**

на тему: ПАТ «Запоріжсталь» з модернізацією систем очищення атмосферного повітря ливарного цеху

Київ – 2019 року

**Національний технічний університет України**  
**«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту

Кафедра інженерної екології

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ К.К. Ткачук

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 р.

**ЗАВДАННЯ**

на дипломний проект студенту

Боженко Аліні Олександрівній

1. Тема проекту: ПАТ «Запоріжсталь» з модернізацією систем очищення атмосферного повітря ливарного цеху

Керівник: асистент Кофанов Олексій Євгенович

затверджені наказом університету від «\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 р. № \_\_\_\_\_

2. Строк подання студентом проекту \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані по проекту: ливарний цех, газоочисні споруди, способи очистки атмосферного повітря.

4. Зміст пояснювальної записки: дослідження ситуації у сфері забруднення атмосферного повітря; аналіз основних способів очищення повітря, очисних споруд; обґрунтування вибору оптимальної схеми очистки поавітря на підприємстві в ливарному цеху; визначення вимог до впровадження нового устаткування; еколого-економічне обґрунтування доцільності реалізації запропонованих рішень та визначення вимог до організації приміщень та кваліфікації персоналу під час виробництва.

5. Перелік графічного матеріалу: схема підприємства; схема очисних споруд; аналіз існуючих технологій очистки атмосферного повітря; презентаційний матеріал.

6. Консультація розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4 ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ПРОПОЗИЦІЙ	ас., к.т.н. Репін М.В.		
5 ОХОРОНА ПРАЦІ	к.т.н., доц. Козлов С.С.		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Підготовка Розділу 1	15.04.19 – 22.04.19	виконано
2	Патентний та літературний огляд інформації	24.04.19 – 7.05.19	виконано
3	Аналіз основних способів очистки атмосферного повітря на підприємстві	8.05.19 – 10.05.19	виконано
4	Порівняльний аналіз технологій очистки повітря	10.05.19 – 20.05.19	виконано
5	Обґрунтування обраної технології очистки повітря	21.05.19 – 25.05.19	виконано
6	Розрахунок еколого-економічної доцільності використання запропонованого методу	26.05.19 – 30.05.19	виконано
7	Підготовка графічного матеріалу	1.06.19 – 5.06.19	виконано

Студент

\_\_\_\_\_

Боженко А.О.

Керівник проекту

\_\_\_\_\_

Кофанов О.Є.

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту налічує \_ сторінок, \_ ілюстрацій, \_ таблиць та \_ джерел за переліком посилань.

**Об'єктом дослідження** є реконструкція заводу з метою досягнення зниження викидів в атмосферу. **Предмет дослідження** – показники оцінки концентрацій та об'ємів шкідливих викидів в атмосферу при роботі ливарного цеху на ПАТ «Запоріжсталь». **Метою дипломного проекту** є розробка проекту реконструкції ливарного цеху ПАТ «Запоріжсталь» шляхом встановлення скрубера серії «ICEF» 65.

Для досягнення поставленої мети були вирішені наступні задачі:

- обґрунтовано можливість вдосконалення технологічної схеми по зниженню викидів в атмосферу ливарного цеху ПАТ «Запоріжсталь»;
- проаналізовано вплив діяльності ПАТ «Запоріжсталь» на навколишнє природне середовище;
- розроблено рекомендації по зниженню викидів в атмосферу при роботі ливарної ділянки;
- обґрунтовано еколого-економічний ефект від впровадження проекту реконструкції на ПАТ «Запоріжсталь»;
- проаналізовано умови праці на підприємстві та запропоновано заходи з охорони праці.

Викиди в атмосферу несприятливо впливають, перш за все, на людину та навколишнє природне середовище, а найбільш важкі форми прояву спостерігаються на промислових майданчиках та прилеглих до них територіях.

Ключові слова: сталь, ливарний цех, викиди, скрубер, виробництво металопрокату.

					03-52.2403.57.19					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Боженко А. О.			РЕФЕРАТ			Лім.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Кофанов О. Є.								
Реценз.										
Н. Контр.		Репін М. В.						КПІ ім. Ігоря Сікорського, 6		
Затверд.		Ткачук К. К.								

## ABSTRACT

The explanatory note to the degree project contains \_ pages of \_ illustrations of \_ tables and \_ sources according to the list of references.

Subject of inquiry is indicators of estimation of concentrations and volumes of harmful emissions into the atmosphere at the work of the foundry shop of PJSC "Zaporizhstal". Object of research - reconstruction of the plant in order to achieve emission reductions in the atmosphere.

The purpose of the degree project is development of a project for the reconstruction of the foundry shop of PJSC "Zaporizhstal" by installing an ICEF series of scrubbers 65.

For achievement of a goal the following tasks have been solved:

- substantiated the possibility of improving the technological scheme for reducing emissions into the atmosphere of the foundry shop of PJSC "Zaporizhstal";
- considered influence of activities of PJSC "Zaporizhstal" on surrounding environment;
- developed recommendations for reducing emissions to the atmosphere during operation of the foundry area;
- calculated the economic efficiency of feasibility of implementation of the reconstruction project on PJSC "Zaporizhstal";

Emissions in the atmosphere have a negative impact on people and the environment, and the most severe forms of manifestation are observed in industrial platforms and territories close to them.

Keywords: steel, binding substances, foundry shop, emissions, scrubber, production of metal.

					03-52.2403.57.19			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Боженко А. О.			ABSTRACT	Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.		Кофанов О. Є.						
Реценз.						КПІ ім. Ігоря Сікорського		
Н. Контр.		Репін М.В.						
Затверд.		Ткачук К.К.						

7

## ЗМІСТ

Перелік скорочень .....	10
Вступ .....	11
1 Загальні відомості про підприємство .....	13
1.1 Місце розташування ПАТ «Запоріжсталь» .....	13
1.2 Фізико - географічна та кліматична характеристика.....	15
1.3 Організаційно-виробнича структура ПАТ «Запоріжсталь».....	18
1.4 Вплив діяльності заводу на стан навколишнього середовища.....	19
1.5 Процес виробництва сталі на ПАТ «Запоріжсталь».....	20
Висновки до розділу 1 .....	24
2 Дослідження об'єкту реконструкції з екологічної точки зору .....	25
2.1 Вплив підприємства на водне середовище.....	25
2.2 Вплив підприємства на ґрунти.....	26
2.3 Вплив підприємства на повітряне середовище.....	28
2.4 Основні технологічні рішення .....	32
2.5 Оцінка впливу забруднення на екологічну ситуацію атмосфери.....	29
Висновки до розділу 2 .....	31
3 Розробка рекомендацій щодо удосконалення ливарного цеху ПАТ «Запоріжсталь» .....	32
3.1 Обґрунтування доцільності удосконалення ділянки з значними викидами забруднюючих речовин в робочу зону.....	39
3.2 Обладнання, що використовується в технологічному процесі .....	40
3.3 Рекомендований спосіб очистки атмосферного повітря. Скрубер серії «ICEF» 65.....	43
3.4 Порівняння обраної установки з найбільш поширеними .....	46

					03-52.2403.57.19					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Боженко А. О.			ЗМІСТ			Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.		Кофанов О. Є.								
Реценз.								КПІ ім. Ігоря Сікорського		
Н. Контр.		Репін М.В.								
Затверд.		Ткачук К.К.								
					8					



3.5 Визначення категорії небезпечності підприємств і санітарно-захисної зони.....	48
Висновки до розділу 3.....	50
4 Еколого-економічне обґрунтування технічних пропозицій .....	50
4.1 Розрахунок екологічного податку .....	51
4.3 Розрахунок екологічного збитку .....	53
4.4 Визначення еколого-економічного ефекту.....	56
Висновки до розділу 4 .....	59
5 Охорона праці .....	59
5.1 Аналіз умов праці на робочому місці.....	59
5.2 Розробка заходів з охорони праці.....	64
5.3 Пожежна безпека .....	65
Висновки до розділу 5 .....	67
Загальні висновки .....	68
Перелік посилань .....	70
Додаток А .....	73

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ПАТ – приватне акціонерне товариство

КНП – категорія небезпечності підприємства

ОБРВ–орієнтовно безпечний рівень впливу

СН – санітарні норми

ЦЗЛ – центральна заводська лабораторія

АПК – адміністративно-побутовий

ТПВ – тверді побутові відходи

ГДК – гранично допустима концентрація

ГДС – гранично допустимий скид

СЗЗ – санітарна-захисна зона

ЗІЗ – засоби індивідуального захисту

ЄДРПОУ- єдиний державний реєстр підприємств та організацій

України

					03-52.2403.57.19			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<div>ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ</div> <div>КПІ ім. Ігоря Сікорського</div>			
Розроб.		Боженко А. О.						
Перевір.		Кофанов О. Є.						
Реценз.								
Н. Контр.		Репін М.В.						
Затверд.		Ткачук К.К.						

## ВСТУП

Нинішню екологічну ситуацію в Україні можна охарактеризувати як кризову, що формувалася упродовж тривалого періоду через нехтування об'єктивними законами розвитку і відтворення природно-ресурсного комплексу України. Відбувалися структурні деформації народного господарства, за яких перевага надавалася розвитку в Україні сировинно-видобувним, найбільш екологічно небезпечним галузям промисловості. Головною умовою забезпечення вимог сталого розвитку є приведення у відповідність стратегій розвитку ресурсних галузей, а також економіки, охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та здоров'я населення. Дотримання екологічних вимог при експлуатації підприємств, споруд та при інших видах діяльності є досить поширеною проблемою. Технологічні процеси сприяють посиленню негативного впливу на навколишнє середовище. Головним напрямом такого впливу є: забруднення атмосферного повітря як на території підприємства, так і навколо нього.

Викиди, які потрапляють в атмосферу згубно впливають, перш за все, на людину та навколишнє природне середовище, а найбільш важкі форми прояву спостерігаються на промислових майданчиках та прилеглих до них територіях. На цих територіях зафіксовані найбільш високі концентрації шкідливих речовин в атмосферному повітрі, які перевищують гранично допустимі концентрації в 2 - 5, а нерідко і в більше разів [1]. Тому проблема запобігання забруднення атмосфери є особливо гострою і потребує вирішення.

**Об'єкт дослідження:** реконструкція заводу з метою досягнення зниження викидів в атмосферу.

					ОЗ-52.2403.57.19		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВСТУП		
Розроб.		Боженко А. О.					
Перевір.		Кофанов О. Є.					
Реценз.							
Н. Контр.		Репін М.В.					
Затверд.		Ткачук К.К.					
					Літ.	Арк.	Аркуші
					КПІ ім. Ігоря Сікорського		

**Предмет дослідження:** показники оцінки концентрацій та об'ємів шкідливих викидів в атмосферу при роботі ливарного цеху на ПАТ «Запоріжсталь».

**Метою роботи** є розробка проекту реконструкції ливарного цеху ПАТ «Запоріжсталь» шляхом встановлення скрубера серії «ICEF» 65.

**Задачі дослідження:**

- обґрунтувати можливість вдосконалення технологічної схеми по зниженню викидів в атмосферу ливарного цеху ПАТ «Запоріжсталь»;
- проаналізувати вплив діяльності ПАТ «Запоріжсталь» на навколишнє природне середовище;
- розробити рекомендації по зниженню викидів в атмосферу при роботі ливарної ділянки;
- обґрунтувати еколого-економічний ефект від впровадження проекту реконструкції на ПАТ «Запоріжсталь»;
- проаналізувати умови праці на підприємстві та запропонувати заходи з охорони праці.

**Методи досліджень** - аналіз, порівняння, прогнозування, статистичні методи.

					ОЗ-52.2403.57.19	Лист
						12
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО

### 1.1 Місце розташування ПАТ «Запоріжсталь»

ПАТ «Запоріжсталь» є металургійним підприємством з повним металургійним циклом. Адміністративно завод розташовано в Запорізькій області України, м. Запоріжжя. На рисунку 1,1 зображено підприємство.

Офіційно підприємство зареєстроване за адресою:

- країна: Україна;
- область: Запорізька;
- місто: Запоріжжя;
- поштовий індекс: 69061;
- код за ЄДРПОУ: 00191230.



Рисунок 1.1 - ПАТ «Запоріжсталь»

					ОЗ-52.2403.57.19		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО		
Розроб.		Боженко А. О.					
Перевір.		Кофанов О. Є.					
Реценз.							
Н. Контр.		Репін М.В.					
Затверд.		Ткачук К.К.					
					Літ.	Арк.	Аркуші
					КПІ ім. Ігоря Сікорського		

Підприємство займається виготовленням високоякісної листової сталі, гнутих профілів, тонколистового прокату з полімерним покриттям - металопласту та іншої продукції, яка популярна як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках. ПАТ «Запоріжсталь» є одним з чотирьох найбільших підприємств України по виробництву сталі. Структура виробництва зображена на рис. 1,2.

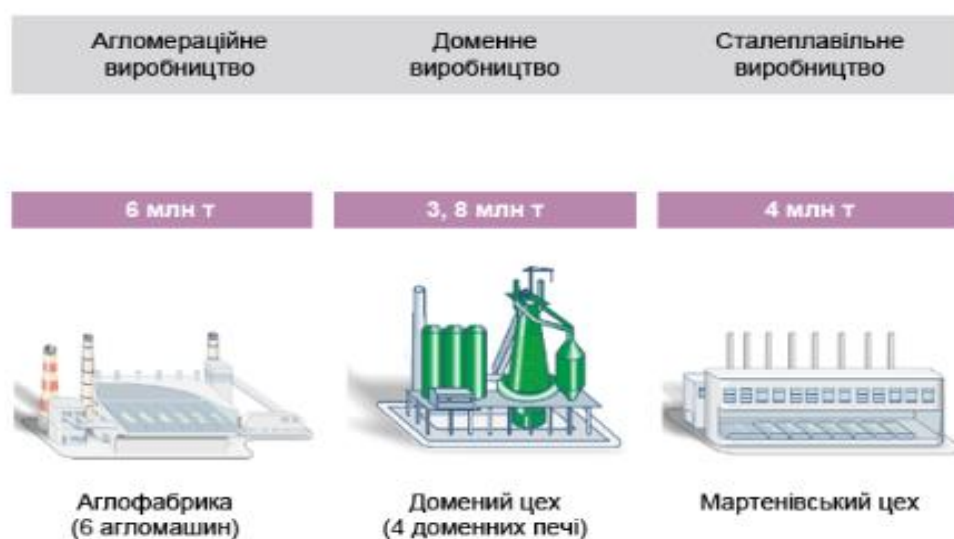


Рисунок 1.2 – Структура виробництва на ПАТ «Запоріжсталь»

Згідно з СН 245-71 «Санітарні норми проектування промислових підприємств», підприємство відноситься до четвертого класу як металургійне підприємство з санітарно-захисною зоною 100 м [2].

Для району характерна добре розвинена мережа транспортних комунікацій, до якої входить мережа автомобільних та залізничних шляхів, вокзали та станції, запорізький міський електротранспорт, запорізький аеропорт, запорізький річковий порт, Бердянський морський торговельний порт.

Залізничний транспорт Запорізької області забезпечує як вантажні, так і пасажирські перевезення. До основних залізничних вузлів Запорізької області належить: Мелітополь, Запоріжжя, Бердянськ.

Чавун ливарний, чавун переробний, сляби, гарячекатаний рулон, гарячекатаний лист, холоднокатаний рулон, холоднокатаний лист, гнуті профілі, жерсть чорна, промислове литво, шлак доменний, гази технічні, щєпа застосовуються в різних галузях промисловості, таких як підприємства автомобільного, сільськогосподарського та транспортного машинобудування, підприємства харчової промисловості, виробники побутової техніки.

Відмінною особливістю чавуну виробництва ПАТ "Запоріжсталь" є низька місткість в ньому сірки та фосфору, завдяки чому він користується широким попитом на світовому ринку.

Потужність комбінату складає близько 6,3 млн тонн агломерату, 4,2 млн тонн чавуну, 4,07 млн тонн сталі, порядку 3,7 млн тонн гарячого прокату і приблизно 1,2 млн тонн холодного прокату.

Структурні підрозділи ПАТ «Запоріжсталь» :

- агломераційний цех ;
- доменний цех (4 доменні печі);
- мартенівський цех (7 мартенівських печей, 1 двохванний сталеплавильний агрегат);
- обтискний цех;
- цех гарячої прокатки тонкого листа;
- цех холодної прокатки № 1;
- цех холодної прокатки № 3.

## 1.2 Фізико - географічна та кліматична характеристика

Рельєф майданчика ПАТ «Запоріжсталь» відносно рівний, спланований насипними ґрунтами при попередньому плануванні.

У геологічній будові приймають участь сучасні алювіально-делювіальні старичні відклади, алювіально-делювіальними суглинками і алювіальними пісками верхньочетвертинного віку. З денної поверхні відклади перекриті насипними ґрунтами [2].

					ОЗ-52.2403.57.19	Лист
						15
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ПАТ «Запоріжсталь» межує:

- на півночі – з промисловими землями – територією ПАТ «Завод залізобетонних конструкцій №1»;
- на сході – ділянкою по переробці вогнетривкої цегли ПАТ «Запоріжсталь»;
- на півдні - з промисловими землями – територією ПАТ «Запорізький сталепрокатний завод»;
- на заході – з промисловими землями та автодорогою.

Найближча житлова забудова знаходиться у північно-західному напрямку на відстані 820 м. Об'єктів природно-заповідного фонду в районі розміщення підприємства немає.

Таблиця 1.1 – Метеорологічні характеристики і коефіцієнти району

Найменування характеристик	Величина
Коефіцієнт, що залежить від стратифікації атмосфери, А	180
Коефіцієнт рельєфу місцевості	1
Середня максимальна температура зовнішнього повітря найбільш жаркого місяця року, Т °С	25,5
Середня мінімальна температура зовнішнього повітря найбільш холодного місяця року, Т °С	-7,3

Середні багаторічні значення основних кліматичних характеристик наведені в табл. 1,2.

Ґрунтові води залягають на глибині понад 6,0 м [2]. Поправочний коефіцієнт на рельєф дорівнює 1.



Характеристика кліматичних умов району: метеорологічні характеристики і коефіцієнти, що визначають умови розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі м. Запоріжжя наведені в табл. 1.1.

Середньорічна роза вітрів схематично зображена на рис. 1.2. З рози вітрів, побудованої за напрямками повторюваності вітру (у відсотках) видно, що більшість вітрів за досліджуваний період мали південний та західний напрямки. Середня швидкість вітру – 2,0 м/с, число днів зі штилем – 18.

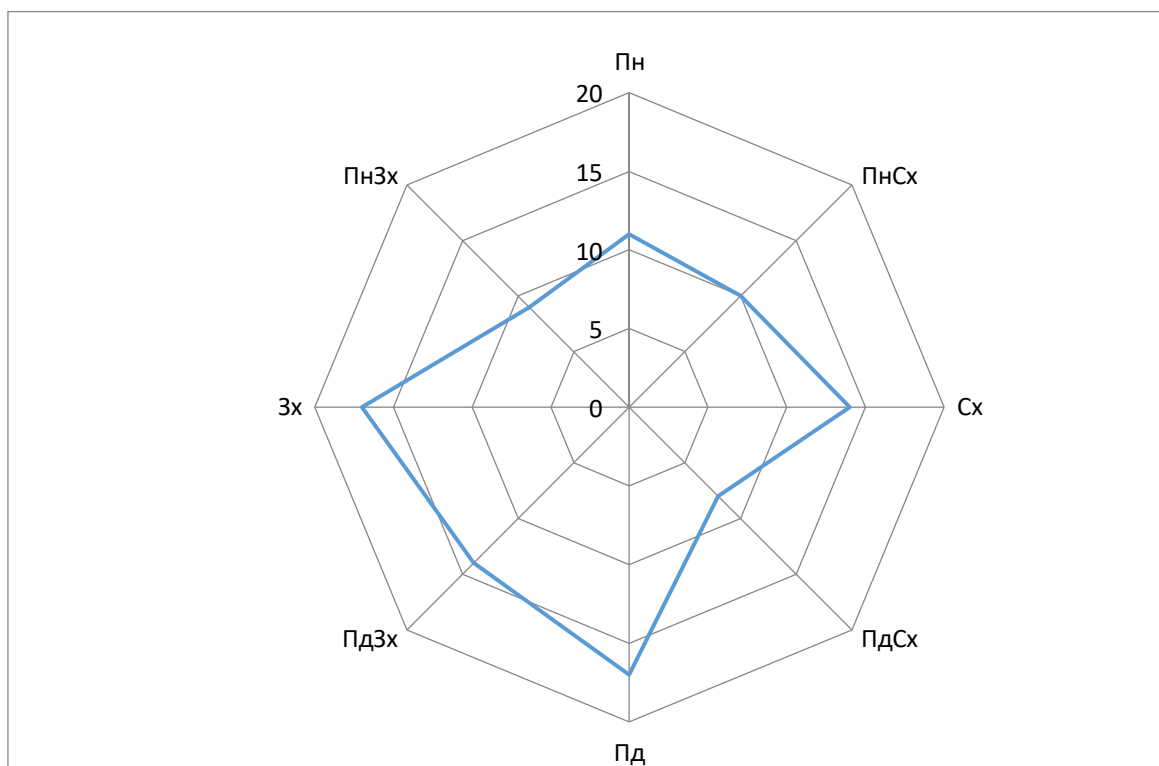


Рисунок 1.2 – Середньорічна роза вітрів м. Запоріжжя

Середньорічна кількість опадів становить 580 мм, максимальна кількість опадів спостерігається в червні-липні, а мінімальна – в лютому-березні.

Таблиця 1.2 – Середні багаторічні значення кліматичних характеристик

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Середня температура повітря, °С												
-4,8	-4,6	0,5	8,5	14,9	18,3	20,1	18,9	13,2	7,2	0,7	-3,6	7,4
Відносна вологість повітря, %												
84	82	77	67	64	69	71	71	77	81	86	86	76
Опади, мм												
39	39	34	41	47	67	75	56	54	44	43	41	580

Отже, клімат даної місцевості помірно - континентальний з достатньою кількістю опадів, теплим літом (20,1° у липні) і порівняно м'якою зимою (-4,8°С у січні).

### 1.3 Організаційно-виробнича структура ПАТ «Запоріжсталь»

Організаційно-виробнича структура заводу — це сукупність його управлінських, виробничих основних та допоміжних підрозділів, система їх підлеглості і порядок взаємодії з метою якнайповнішого та ефективнішого виконання всіх властивих заводу функцій. Кількість структурних підрозділів та їх чисельний склад залежать від економічної значущості і розмірів заводу, об'єму і особливостей його виробничої діяльності.

Генеральний директор заводу через своїх заступників та відповідних відділів управління здійснює керівництво всією виробничою, господарською та фінансовою діяльністю. У безпосередньому підпорядкуванні директору знаходяться його заступники (по виробництву, фінансам, кадрам та режиму, а також головний інженер, головний бухгалтер).

Окрім того, існують служба помічників генерального директора, відділ капітального будівництва, штаб цивільної оборони, які підзвітні та підконтрольні лише голові управління, тобто генеральному директору .

#### 1.4 Вплив виробничої діяльності заводу на стан навколишнього середовища

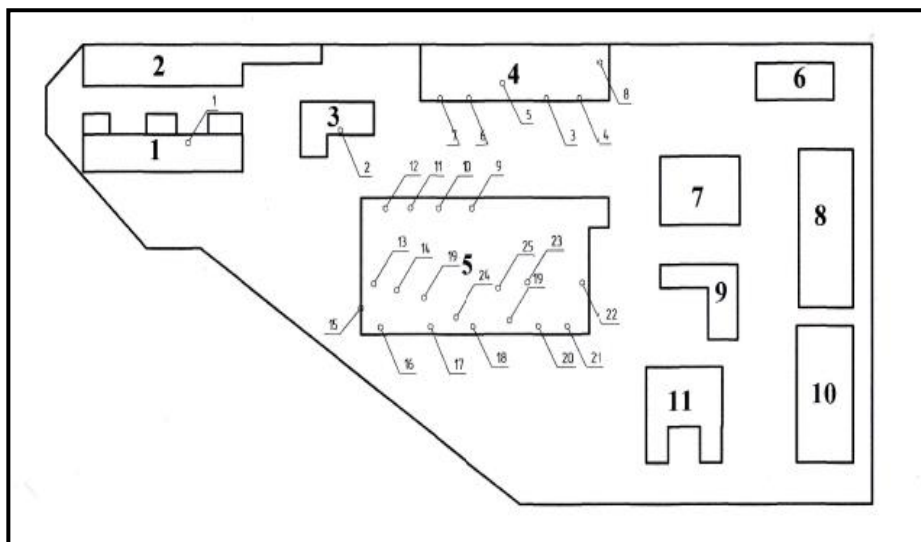
Як показує практика, негативну дію на навколишнє середовище на ПАТ «Запоріжсталь» спричиняють всі ділянки, пов'язані з виробництвом сталі та іншої продукції.

Для оцінки дії на навколишнє середовище розглянутий тільки корпус №5, де знаходяться малярна дільниця, гальванічне відділення, центральна заводська лабораторія, ливарна дільниця та механічний цех, оскільки інші відділення мають очисні споруди. Значна кількість забруднюючих речовин в атмосферу поступає із ливарної дільниці, адже там встановлені лише звичайні витяжки, які майже не видаляють забруднюючих речовин [2]. Основні об'єкти заводу ПАТ «Запоріжсталь» вказані на генеральному плані (рис.1,3).

На ливарній дільниці проводиться плавка цинку (джерело № 20) та алюмінію (джерело № 21,22) в індукційних тигельних печах лиття, а також проводиться плавка під тиском в машинах лиття. Забруднюючі речовини - азот, алюміній, цинк оксид, масло мінеральне, вуглець оксид потрапляють в атмосферу крізь вентиляційні труби [3].

На механічній дільниці працюють 20 металообробних верстатів з охолодженням оброблюваних деталей маслом мінеральним. Пари масла потрапляють в атмосферу від загальнообмінної вентиляційної системи (джерело № 23).

					ОЗ-52.2403.57.19	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		19



1 – корпус №2; 2 – корпус № 1; 3 – котельня; 4 – корпус №6; 5 – корпус №5; 6 – корпус № 8; 7 – корпус № 10Б; 8 – корпус № 16А; 9 – корпус № 25; 10 – склад; 11 – корпус №14

Рисунок 1.3 – Генеральний план ПАТ «Запоріжсталь»

На ділянці працює заточний верстат. Вентиляційна система облаштована пилоосаджувальною камерою [3]. Пил абразивно-металевий потрапляє в атмосферу крізь трубу (джерело №25).

### 1.5 Процес виробництва сталі на ПАТ «Запоріжсталь»

Виробництво металопрокату на «Запоріжсталі» працює за наступною схемою. Спочатку на аглофабриці зі збагаченого залізрудного концентрату, залізної руди та інших матеріалів виготовляють агломерат. Його завантажують з іншими матеріалами в доменні печі для отримання чавуну [4]. Чавун разом з добавками переплавляють в сталь в мартенівському цеху. Потім отриману плавку розливають в злитки і відправляють в прокатне виробництво. Там гарячий багатотонний злиток на станах розгортають до необхідних розмірів. Після охолодження сталь упаковують в рулони або ріжуть на листи, а потім відправляють споживачеві.

Щорічно «Запоріжсталь» виплавляє більше 4-ох мільйонів тонн чавуну. На металургійному комбінаті – 4-ри доменні печі.

Домна, в якій відбувається процес виплавки, являє собою вертикальну плавильну піч висотою близько 70 метрів. Під час роботи домни в піч регулярно додають нові порції залізорудного агломерату разом з коксом, окатишами та іншими матеріалами.

Агломерат готують в агломераційному цеху комбінату. Його привозять по домнам залізничними складами і завантажують у великі ємності - бункера доменної печі. Аналогічно сюди привозять тонни ще одного інгредієнта - коксу. Шихту - суміш агломерату, окатишів, вапняку і залізної руди в певних пропорціях і коксу - шарами завантажують в доменну піч за допомогою рухомої 25-тонної вагонетки - скіпа. У добу для виробництва понад 3-ох тис. тонн чавуну приблизно витрачають 4,3 тисячі тон агломерату, 1,5 тис. тонн окатишів і 1,2 тис. тонн коксу.

Плавка матеріалів відбувається в нижній частині печі завдяки виділенню великої кількості тепла при горінні коксу в потоці нагрітого до температури 1100 °С дуття - стисненого повітря, збагаченого киснем і вуглеводневим паливом. Гаряче повітря подається всередину через розташовані по радіусу доменної печі отвори - фурми. В якості додаткового палива в доменному виробництві «Запоріжсталі» зараз використовують не природний газ, а пиловугільне паливо.

Розплавлені продукти плавки - чавун і шлак - накопичуються в нижній частині доменної печі - горні.

Коли приходить час, бригада горнових за допомогою спеціальної машини розкриває чавунну льотку - отвір в печі: через нього рідкий чавун і шлак стікають в жолоб.

Гарячим металом наповнюють спеціальні ємності - виливниці, в які додають алюміній для поліпшення якості продукту. Після цього виливниці зі сталлю відправляються на наступний етап виробництва - в обтискний цех.

За день в мартенівському цеху виробляють в середньому 11 тис. тонн сталі. Щорічне виробництво становить близько 4-ох мільйонів тонн. У обтискному

Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

ОЗ-52.2403.57.19

Лист

21

цеху злитки знімають з поїздів і відправляють їх у спеціальні печі - нагрівальні колодці. В нагрівальних колодцях остиглі під час транспортування злитки нагріваються до потрібної температури перед прокаткою на обтискному стані - «слябінгів-1150». На стані «слябінгів-1150» 16 -тонний злиток сталі розміром 780 (товщина) на 1400 (ширина) міліметрів «обжимають» до потрібних розмірів. За допомогою чотирьох прокатних валків злиток «прокочують» по вертикалі та горизонталі. Майже за дві хвилини злиток перетворюється в сляб - плиту товщиною 150 мм, шириною до 1500 мм і довжиною до 12 метрів. В обтискному цеху за годину можуть «розкачати» близько 600 тонн сталі. Після цього гарячі сляби направляються в цех гарячої прокатки тонкого листа.

У цеху гарячої прокатки тонкого листа на прокатному стані безперервно виробляють гарячекатані смуги товщиною від 1,5 мм до 10 мм, шириною від 860 до 1500 мм. На фінальному етапі смугу після охолодження водою змотують в рулони. Навіть після охолодження і змотування температура рулону близько 600 градусів. Маса рулону металу може складати до 16 тонн.

В середньому кожен годину в цьому цеху «прокочують» 480 тонн сталі. Річне виробництво - близько 3,6 мільйона тонн. З цеху холодної прокатки гарячекатані рулони направляються на склад для охолодження до необхідної температури. Під час гарячої прокатки і охолодження на поверхні металу утворюється окалина - сполуки оксидів заліза. Завдання травильного відділення цеху холодної прокатки - видалити цю окалину: спочатку механічним способом, а потім - хімічним (соляною кислотою).

Для безперервності виробничого процесу рулони в травильній лінії розмотують і зварюють в «нескінченну» смугу. Потім «нескінченна» смуга потрапляє у ванни з кислотою, після чого миється, сушиться і знову змотується в рулони. Після травильного відділення рулони металу в холодному стані прокочують до потрібної товщини: наприклад, з 2-х мм до 0,6 мм. Потім рулони піддають пом'якшувальному відпалу в печах і дресируванню - холодної прокатки з маленьким обтисненням, щоб поліпшити властивості металу. Після цього отриману металопродукцію упаковують і відправляють споживачу. В цеху

Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

ОЗ-52.2403.57.19

холодної прокатки з металом так працюють два тижні. Технологічний цикл виробництва продукції на комбінаті - від надходження залізорудної сировини до упакованого холоднокатаного металу - становить 29 діб.

У центральній диспетчерській комбінату в режимі реального часу спостерігають за роботою на ПАТ «Запоріжсталь».

Система також стежить за викидами і можливими позаштатними ситуаціями для вжиття заходів щодо їх виключення. Система контролю і візуалізації, аналогів якої немає на інших українських металургійних підприємствах, - власна розробка «Запоріжсталі».

За роботою цеху заводу віддалено можуть стежити керівники підрозділів за допомогою своїх мобільних. Фото центральної диспетчерської зображена на рис. 1.4.



Рисунок 1.4 - «Диспетчерська Запоріжсталі»

За останні п'ять років по водним транспортом клієнтам комбінату відправлено понад 2,5 мільйона тонн металопродукату. ПАТ «Запоріжсталь» реалізує свою продукцію в 60 країнах світу. Близько 35% продукції комбінату продається в Європі.

## Висновки до розділу 1

1. У розділі розглянуто фізико-географічну та кліматичну характеристику місцевості, де знаходиться ПАТ «Запоріжсталь», а також використання земельних та енергетичних ресурсів.

2. Чітко впорядкована організаційно-виробнича структура заводу дає можливість ефективної взаємодії управлінських та виробничих підрозділів з метою найповнішого виконання всіх функцій властивих заводу.

3. Негативну роль на навколишнє середовище здійснюють майже всі процеси, пов'язані з виробництвом, оскільки всі вони супроводжуються виділенням великої кількості забруднюючих речовин. Це дає поштовх до впровадження заходів, щодо зменшення цього впливу.

4. Серед всіх ділянок значний вплив на забруднення атмосфери спричиняє ливарний цех.

					ОЗ-52.2403.57.19	Лист
						24
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



## 2 ДОСЛІДЖЕННЯ ОБ'ЄКТУ РЕКОНСТРУКЦІЇ З ЕКОЛОГІЧНОЇ ТОЧКИ ЗОРУ

### 2.1 Вплив підприємства на водне середовище

ПАТ «Запоріжсталь» проводить забір води із комунальної мережі міста. При роботі ливарного цеху використовується оборотна система водопостачання (рис. 2.1).

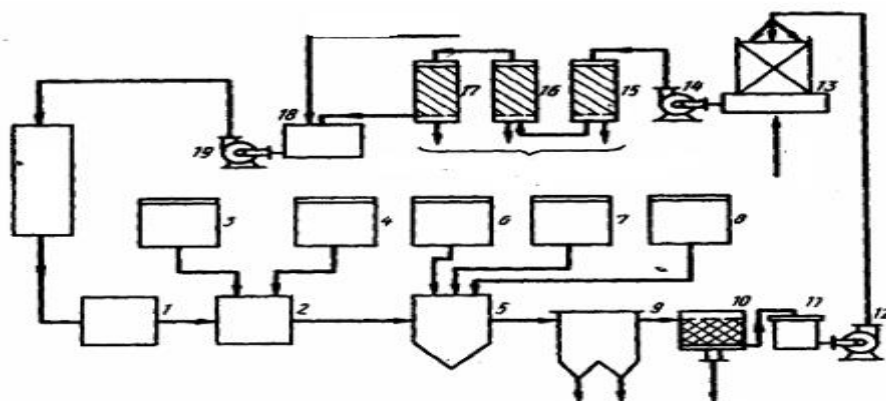


Рисунок 2.1- Схема замкнутої системи оборотного водопостачання в ливарному виробництві

Вода з систем охолодження через усереднювач 1 надходить в нейтралізатор 2, в якому в залежності від кислотності середовища нейтралізується кислотою в мірнику 3 або лужним розчином в мірнику 4. Нейтралізована вода направляється в змішувач 5, в якому змішується з розчином коагулянтів, соди і хлорної води, що подаються відповідно з мірників 6-8. Для відділення осаду гідроксидів металів і солей, а також зважених частинок вода надходить в освітлювач 9 та кварцовий фільтр 10 і збирається у приймачі очищеної води 11.

					ОЗ-52.2403.57.19		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Боженко А. О.			ДОСЛІДЖЕННЯ ОБ'ЄКТУ РЕКОНСТРУКЦІЇ З ЕКОЛОГІЧНОЇ ТОЧКИ	Літ.	Арк.
Перевір.		Кофанов О. Є.					
Реценз.						КПІ ім. Ігоря Сікорського	
Н. Контр.		Репін М.В.					
Затверд.		Ткачук К.К.					

Насосом 12 очищена вода подається в градирню 13, де вона охолоджується повітрям, після чого за допомогою насоса 14 надходить на адсорбційне очищення. Адсорбційні колони 15, 16 заповнені катіонами, а колона 17 аніонами. Після очищення від катіонів вода надходить у ємність 18, куди при необхідності подається свіжа вода. Насосом 19 вода повертається у виробництво. Осадки зі стічних вод використовуються у якості розкислювачів у даному виробництві [4]. При експлуатації ливарного цеху, відповідно повинні дотримуватися такі технічні та організаційні заходи, які б попереджували можливі негативні впливи на підземні води та поверхневі водотоки:

- економне і раціональне використання водних ресурсів з дотриманням встановлених лімітів;
- не допускати забруднення поверхневих і підземних вод відходами виробництва;
- організація системи збору і зберігання відходів виробництва;
- контроль за герметизацією всіх ємностей і трубопроводів;
- уникнення витоків.

Заходи з охорони водних ресурсів мають відповідати нормам водоохоронного проектування, їх реалізація сприятиме мінімальному впливу на навколишнє середовище і не призведе до істотної зміни стану водних ресурсів.

## 2.2 Вплив підприємства на ґрунти

Ґрунт – основний компонент наземних екосистем, що утворився протягом геологічних епох в результаті постійної взаємодії біотичних та абіотичних факторів. Забруднюючі речовини, потрапивши до ґрунту, мають здатність до накопичення в ньому, міграції до глибших шарів ґрунту, переходу до рослин, що на ньому вирощуються. Для контролювання змін у хімічному та гранулометричному складі ґрунтів необхідно здійснювати моніторинг роботи з метою вчасного реагування на ці зміни.

					ОЗ-52.2403.57.19	Лист
						26
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Ливарний цех знаходиться в межах існуючого виробничого майданчика. В ході будівельних робіт потрібно знімати і складувати ґрунтовий та рослинний покрив на території підприємства. Вільну від забудови та територію в межах СЗЗ передбачається озеленити багаторічними травами і засадити чагарником. Озеленення має бути виконано з урахуванням місцевих кліматичних і декоративних умов. Для цього передбачено трав'яне покриття (посів газонних трав) площею 388,83 м<sup>2</sup>, посадка 19-ти кущів місцевих порід таких як: акація жовта, бузина червона, жимолость татарська, лох вузьколистий, бузок звичайний, шипшина.

Таке забруднення зумовлюється осіданням твердих частинок, а також попаданням забруднюючих речовин в результаті мокрого очищення атмосфери.

Площа хімічного забруднення ґрунтів внаслідок дії промислових викидів ПАТ «Запоріжсталь» наведена в таблиці 2,1.

Таблиця 2.1 – Площа хімічного забруднення ґрунтів

Забруднююча речовина	Відстань формування концентрації в межах ГДК, м	Площа забруднених ґрунтів, га
Сірчаний газ	1000	3140000
Сірководень	600	1130400
Оксид вуглецю	1550	7543850
Пил нетоксичний	500	78500
Сажа	600	1130400
Діоксид азоту	604,6	1147799,2

Розрахунок площі забруднених ґрунтів:

$$S_{SO_2} = \pi R^2 = 3,14 \times 1000^2 = 3140000 \text{ м}^2;$$

$$S_{H_2S} = \pi R^2 = 3,14 \times 600^2 = 1130400 \text{ м}^2;$$

$$S_{CO} = \pi R^2 = 3,14 \times 1550^2 = 7543850 \text{ м}^2;$$

					ОЗ-52.2403.57.19	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		27

$$S_{\text{пил}} = \pi R^2 = 3,14 \times 500^2 = 785000 \text{ м}^2;$$

$$S_{\text{сажа}} = \pi R^2 = 3,14 \times 600^2 = 1130400 \text{ м}^2;$$

$$S_{\text{NO}_2} = \pi R^2 = 3,14 \times 604,6^2 = 1147799,2 \text{ м}^2.$$

Оскільки поблизу підприємства відсутні сільськогосподарські об'єкти, то забруднення земель пестицидами ми не розглядаємо.

### 2.3 Вплив підприємства на повітряне середовище

У межах міста підприємство, є стаціонарним джерелом забруднення атмосферного повітря. Перелік забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферне повітря від індукційних печей наведено в таблиці 2.5

Таблиця 2.2 - Перелік забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферне повітря від індукційних печей

Забруднююча речовина	ГДК, мг/м <sup>3</sup>		Фонова концентрація, мг/м <sup>3</sup>	Клас небезпек	Концентрація у викидах, мг/м <sup>3</sup>
	Максимально разова	Середньодобова			
Азоту оксид	0,6	0,06	0,02	3	0,65
Вуглецю оксид	5	3	1,2	4	5,5
Газоподібні фтористі сполуки	0,02	0,005	0,0005	2	0,34
Тверді речовини	0,3	0,1	0,05	3	0,18

Промислові викиди від ливарного цеху поширюються на значну відстань, забруднюючи приземний шар атмосферного повітря не лише на промайданчику, але й у прилеглих населених територіях [4].

Отже, джерелами забруднення навколишнього середовища при процесах:

- малярних є малярна та сушильна камери;

					ОЗ-52.2403.57.19	Лист
						28
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- ливарних – піч САТ та машина лиття;
- гальванічних – ванни знежирювання, травлення, освітлення, пасивації, цинкування, приготування розчину;
- механічних – верстати обробки металу;
- в ЦЗЛ – ванни знежирювання, цинкування, оксидування, нікелювання.

Основна негативна дія при роботах на всіх вище перерахованих дільницях припадає на атмосферу.

Основними джерелами забруднення атмосфери є:

- з малярної ділянки аерозоль та розчинники;
- з ливарної – оксиди азоту, вуглецю;
- з гальванічної – кислоти та гідроксиди;
- з механічної – металево-абразивний пил;
- з ЦЗЛ – гідрооксиди, спирти.

## 2.4 Основні технологічні рішення

На підприємстві використовуються загальні правила розроблення технологічних процесів, що визначаються державними стандартами. Основними етапами розроблення технологічних процесів є: аналіз вихідних даних; вибір діючого типового технологічного процесу; вибір вихідної заготовки та методів її виготовлення; вибір технологічних баз тощо.

Технологічний процес ливарної ділянки включає наступні операції:

- плавка цинку( алюмінію);
- розлив цинку (алюмінію);
- виїмка деталі с оболонки;
- очищення деталі.

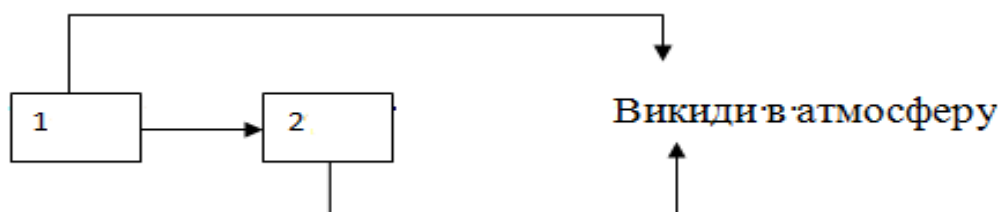
Ливарна технологія може бути реалізована різними способами. Весь цикл виготовлення виливки складається з ряду основних і допоміжних операцій,

					ОЗ-52.2403.57.19	Лист
						29
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

здійснюваних як паралельно, так і послідовно в різних відділення ливарного цеху [4].

Виконується розігрів печі до потрібної температури, потім загрузка цинку (алюмінію). Підтримка і контроль температури в шахті печі та металу проводиться системою автоматичного регулювання. При досягненні потрібної температури оператор вручну видаляє метал з тигля і переносить в машину для лиття. Після того як деталь охолоне, оператор вручну виймає її з оболонкової форми і очищає піскоструйним апаратом.

Установка для виливання деталей складається з тигельної печі типу САТ та машини лиття (рис. 2,2).



1 – піч САТ; 2 – машина лиття

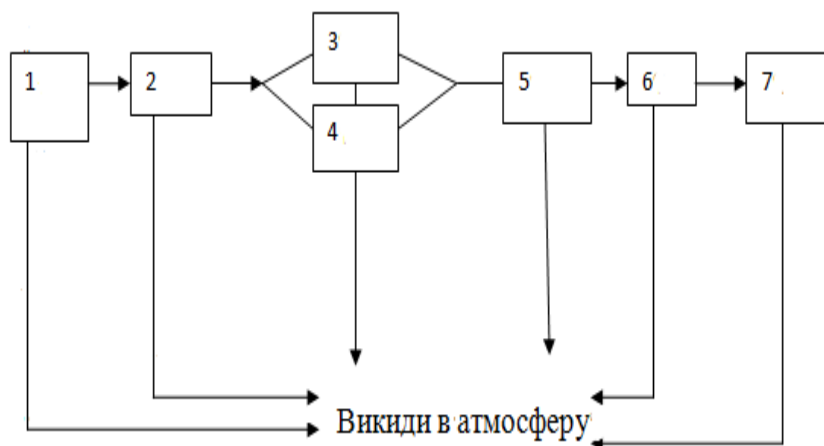
Рисунок 2.2 – Технологія ливарної дільниці

Установка для цинкування деталей складається з ванн для знежирювання, травлення, цинкування, освітлення, пасивації деталей, ванни приготування розчину та витяжної шафи (рис.2,3).

Технологічний процес механічної ділянки включає наступні операції:

- металообробка деталей;
- охолодження деталей мінеральним маслом;
- очищення металевої стружки від мінерального масла в установці.

Механічна обробки деталей складається з 20-ти металообробних верстатів, токарних та фрезерних, сумарною потужністю 95 КВт з охолодженням мінеральним маслом; установки відділення масла мінерального від металевої стружки; заточного верстату.



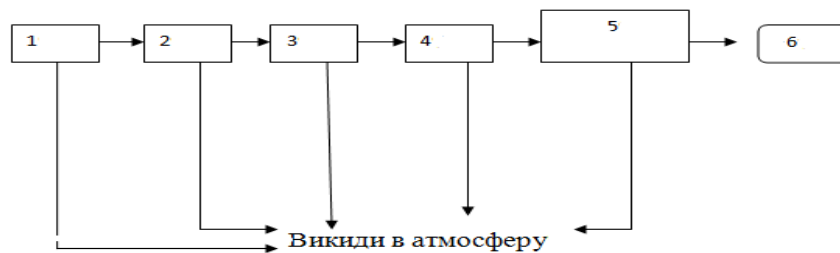
1 - ванна знежирювання; 2 - ванна травлення; 3 - ванни цинкування;  
 4 - ванна освітлення; 5 - ванна пасивації; 6 - ванна приготування розчину;  
 7 - витяжна шафа

Рисунок 2.3 - Технологія гальванічного відділення

Технологічний процес в центральній заводській лабораторії включає наступні операції:

- знежирювання (ванна розміром 0,12 м<sup>2</sup>);
- оксидування (ванна розміром 0,12 м<sup>2</sup>);
- цинкування в розчині цинку оксид 15 г/л + натрію гідрооксид 40-70 г/л (розмір ванн 0,12 м<sup>2</sup>);
- нікелювання (ванна розміром 0,12 м<sup>2</sup>);
- приготування розчину електrolітів (ванна розміром 0,24 м<sup>2</sup>).

В лабораторних умовах проводяться випробування гальванопокриття, технологічна схема складається з: ванн знежирювання, оксидування, цинкування, нікелювання, ванни приготування розчину електrolіту та витяжної шафи. (рис. 2,5).



1 – ванна знежирювання; 2 – ванна оксидування; 3 – ванна цинкування;  
 3 – ванна нікелювання; 5 – ванна приготування розчину електроліту;  
 4 6 – витяжна шафа

Рисунок 2.5 – Технологія випробовування гальванічного покриття в лабораторії

## 2.5. Оцінка впливу джерел забруднення на екологічну ситуацію атмосфери

Як розглядалося вище, практично всі стадії технологічного процесу, незалежно від того, які використовуються механізми, супроводжуються виділенням шкідливих речовин. Найбільш значний вплив на атмосферу спричиняють джерела від цеху №5: гальванічна, малярна, ливарна, механічна ділянки.

Розрахунки викидів шкідливих речовин по джерелам забруднення:

Гальванічне відділення

**Джерело № 9**

Вихідні дані:

Час роботи лінії цинкування – 1500 год/рік.

Коефіцієнт, що враховує зниження аерозолію за ходом повітря проводу – 0,2.

**Знежирювання:**

Натрію гідроокис  $P = 0,001 \text{ г/с м}^2$ ;

$M_m = 0,001 \times 1,6 \times 0,2 = 0,00032 \text{ г/с}$ ;

$M = 0,00032 \times 3600 \times 250 \times 10^{-6} = 0,00029 \text{ т/рік}$

Натрію карбонат  $P = 0,002 \text{ г/с м}^2$ ;



$$M_m = 0,002 \times 1,6 \times 0,2 = 0,00064 \text{ г/с ;}$$

$$M = 0,00064 \times 3600 \times 250 \times 10^{-6} = 0,00058 \text{ т/рік.}$$

$$\text{Тринатрійфосфат } P = 0,004 \text{ г/с м}^2;$$

$$M = 0,00128 \times 3600 \times 250 \times 10^{-6} = 0,00115 \text{ т/рік;}$$

$$M_m = 0,004 \times 1,6 \times 0,2 = 0,00128 \text{ г/с.}$$

#### **Травлення:**

$$\text{Водень хлористий } P = 0,043 \text{ г/с м}^2;$$

$$M_m = 10,043 \times 0,32 \times 0,2 = 0,002752 \text{ г/с;}$$

$$M = 0,002752 \times 3600 \times 1000 \times 10^{-6} = 0,00991 \text{ т/рік.}$$

#### **Цинкування деталей із сталі:**

$$\text{Натрію гідроокис } P = 0,005 \text{ г/см}^2;$$

$$M_m = 10,005 \times 0,64 \times 0,2 = 0,00064 \text{ г/с ;}$$

$$M = 0,00064 \times 3600 \times 1500 \times 10^{-6} = 0,00346 \text{ т/рік .}$$

$$\text{Водень ціанистий } P = 0,0007 \text{ г/см}^2;$$

$$M_m = 0,0007 \times 0,64 \times 0,2 = 0,00009 \text{ г/с;}$$

$$M = 0,00009 \times 3600 \times 1500 \times 10^{-6} = 0,00048 \text{ т/рік}$$

#### **Освітлення:**

$$\text{Кислота азотна } P = 0,0024 \text{ г/с м}^2;$$

$$M_m = 0,0024 \times 0,32 \times 0,2 = 0,000154 \text{ г/с;}$$

$$M = 0,000154 \times 3600 \times 750 \times 10^{-6} = 0,00042 \text{ т/рік.}$$

$$\text{Азоту діоксид } P = 0,0114 \text{ г/с м}^2;$$

$$M_m = 0,0114 \times 0,32 \times 0,2 = 0,00073 \text{ г/с;}$$

$$M = 0,00073 \times 3600 \times 750 \times 10^{-6} = 0,00197 \text{ т/рік ;}$$

#### **Пасивація :**

$$\text{Кислота азотна } P = 0,0024 \text{ г/с м}^2;$$

$$M_m = 0,0024 \times 0,11 \times 0,2 = 0,000053 \text{ г/с ;}$$

$$M = 0,000053 \times 3600 \times 750 \times 10^{-6} = 0,000143 \text{ т/рік .}$$

$$\text{Азоту діоксид } P = 0,0154 \text{ г/с м}^2;$$

$$M_m = 0,0154 \times 0,32 \times 0,2 = 0,000986 \text{ г/с;}$$

$$M = 0,000986 \times 3600 \times 750 \times 10^{-6} = 0,00266 \text{ т/рік.}$$

					ОЗ-52.2403.57.19	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		33

Азоту діоксид  $P = 0,0154 \text{ г/с м}^2$ ;

$M_m = 0,0154 \times 0,32 \times 0,2 = 0,000986 \text{ г/с}$ ;

$M = 0,000986 \times 3600 \times 750 \times 10^{-6} = 0,00266 \text{ т/рік}$ .

#### **Всього по джерелу № 9**

Натрію гідроокис  $M_m = 0.00096 \text{ г/с}$ ;  $M = 0.00375 \text{ т/рік}$ .

Натрію карбонат  $M_m = 0.00064 \text{ г/с}$ ;  $M = 0.00058 \text{ т/рік}$ .

Натрій (три) фосфат  $M_m = 0.00128 \text{ г/с}$ ;  $M = 0.00115 \text{ т/рік}$ .

Водень хлористий  $M_m = 0.002752 \text{ г/с}$ ;  $M = 0.00991 \text{ т/рік}$ .

Водень ціаністий  $M_m = 0.00009 \text{ г/с}$ ;  $M = 0.00048 \text{ т/рік}$ .

Кислота азотна  $M_m = 0.000207 \text{ г/с}$ ;  $M = 0.000563 \text{ т/рік}$ .

Азоту діоксид  $M_m = 0.001716 \text{ г/с}$ ;  $M = 0,00463 \text{ т/рік}$ .

#### **Джерело № 10**

Вихідні дані:

Час роботи кожної лінії цинкування - 1200 год/рік.

Коефіцієнт, що враховує зниження аерозолі за ходом повітря проводу - 0,2.

#### **Знежирювання**

Натрію гідроокис  $P = 0,001 \text{ г/с м}^2$ ;

$M_m = 0,001 \times 0,16 \times 0,2 = 0,000032 \text{ г/с}$ ;

$M = 0,000032 \times 3600 \times 250 \times 10^{-6} = 0,000029 \text{ т/рік}$  .

Натрію карбонат  $P = 0,002 \text{ г/с м}^2$ ;

$M_m = 0,002 \times 0,16 \times 0,2 = 0,000064 \text{ г/с}$ ;

$M = 0,000064 \times 3600 \times 250 \times 10^{-6} = 0,000058 \text{ т/рік}$ .

Натрій (три) фосфат  $P = 0,004 \text{ г/с м}^2$ ;

$M_m = 0,004 \times 0,16 \times 0,2 = 0,000128 \text{ г/с}$ ;

$M = 0,000064 \times 3600 \times 250 \times 10^{-6} = 0,000116 \text{ т/рік}$ .

#### **Травлення**

Водень хлористий  $P = 0,043 \text{ г/с м}^2$ ;

$M_m = 0,043 \times 0,16 \times 0,2 = 0,0014 \text{ г/с}$ ;

$M = 0,0014 \times 3600 \times 1000 \times 10^{-6} = 0,0051 \text{ т/рік}$  .

					ОЗ-52.2403.57.19	Лист
						34
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

### Цинкування деталей із сталі

Натрію гідроокис  $P = 0,005 \text{ г/см}^2$ ;

$M_m = 0,005 \times 0,16 \times 0,2 = 0,00016 \text{ г/с}$ ;

$M = 0,00016 \times 3600 \times 1200 \times 10^{-6} = 0,00069 \text{ т/рік}$ .

Водень ціанистий  $P = 0,001 \text{ г/см}^2$ ;

$M_m = 0,001 \times 0,16 \times 0,2 = 0,000032 \text{ г/с}$ ;

$M = 0,000032 \times 3600 \times 1200 \times 10^{-6} = 0,000138 \text{ т/рік}$ .

### Пасивація

Хром шестивалентний  $P = 0,001 \text{ г/с м}^2$ ;

$M_m = 0,001 \times 6,11 \times 0,2 \times 0,000022 \text{ г/с}$ ;

Кислота азотна  $P = 0,0024 \text{ г/с м}^2$ ;

$M_m = 0,0024 \times 0,1 \times 0,2 = 0,000053 \text{ г/с}$ ;

$M = 0,000053 \times 3600 \times 350 \times 10^{-6} = 0,000066 \text{ т/рік}$ .

Азоту діоксид  $P = 0,0154 \text{ г/с м}^2$ ;

$M_m = 0,0154 \times 0,11 \times 0,2 = 0,000339 \text{ г/с}$ ;

$M = 0,000339 \times 3600 \times 350 \times 10^{-6} = 0,000427 \text{ т/рік}$ ;

Всього натрію гідроокис  $M_m = 0,000192 \text{ г/с}$ ;  $M = 0,000719 \text{ т/рік}$ .

### Джерело № 11

Вихідні дані: Час роботи - 1080 год/рік.

Натрію гідроокис  $P = 0,0075 \text{ г/см}^2$ ;

$M_m = 0,0075 \times 0,16 \times 0,2 = 0,00024 \text{ г/с}$ ;

$M = 0,00024 \times 3600 \times 1080 \times 10^{-6} = 0,00093 \text{ т/рік}$ ;

### Джерело № 12

Коефіцієнт, що враховує зниження аерозолі за ходом повітря проводу – 0,2.

### Знежирювання

Натрію карбонат  $P = 0,004 \text{ г/с м}^2$ ;

$M_m = 0,004 \times 0,16 \times 0,2 = 0,000128 \text{ г/с}$ ;

$M = 0,000128 \times 3600 \times 250 \times 10^{-6} = 0,00012 \text{ т/рік}$ .

Натрій (три) фосфат  $P = 0,004 \text{ г/с м}^2$ ;

					ОЗ-52.2403.57.19	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		35

$$M_m = 0,004 \times 0,16 \times 0,2 = 0,000128 \text{ г/с ;}$$

$$M = 0,000128 \times 3600 \times 250 \times 10^{-6} = 0,00012 \text{ т/рік;}$$

### **Ванна лужного травлення алюмінію.**

Час роботи ванни травлення - 140 год/рік. Площа ванни — 0,7 м<sup>2</sup> .

$$\text{Натрію гідроокис } P = 0,0025 \text{ г/см}^2;$$

$$M_m = 0,0025 \times 0,7 \times 0,2 = 0,00035;$$

$$M = 0,00035 \times 3600 \times 140 \times 10^{-6} = 0,000131 \text{ т/рік.}$$

$$\text{Натрію карбонат } P = 0,0075 \text{ г/см}^2;$$

$$M_m = 0,0075 \times 0,7 \times 0,2 = 0,00105 \text{ г/с ;}$$

$$M = 0,00105 \times 3600 \times 140 \times 10^{-6} = 0,000529 \text{ т/рік.}$$

$$\text{Натрій (три) фосфат } P = 0,0021 \text{ г/см}^2;$$

$$M_m = 0,0021 \times 0,7 \times 0,2 = 0,000294 \text{ г/с;}$$

$$M = 0,000294 \times 3600 \times 140 \times 10^{-6} = 0,000148 \text{ т/рік.}$$

### **Всього по дж. № 12:**

$$\text{Натрію карбонат: } M_m = 0,001178 \text{ г/с; } M = 0,000649 \text{ т/рік.}$$

$$\text{Натрію гідроокис: } M_m = 0,00035 \text{ г/с; } M = 0,000131 \text{ т/рік.}$$

$$\text{Натрій (три) фосфат: } M_m = 0,000422 \text{ г/с; } M = 0,000268 \text{ т/рік.}$$

### **Джерело № 13**

Час роботи - 250 год/рік.

Коефіцієнт, що враховує зниження аерозолі за ходом повітря проводу - 0,2.

### **Знежирювання**

$$\text{Натрію гідроокис } P = 0,001 \text{ г/с м}^2;$$

$$M_m = 0,001 \times 1,6 \times 0,2 = 0,00032 \text{ г/с;}$$

$$M = 0,00032 \times 3600 \times 250 \times 10^{-6} = 0,00029 \text{ т/рік;}$$

$$\text{Натрію карбонат } P = 0,002 \text{ г/с м}^2;$$

$$M_m = 0,002 \times 1,6 \times 0,2 = 0,00064 \text{ г/с;}$$

$$M = 0,00064 \times 3600 \times 250 \times 10^{-6} = 0,00058 \text{ т/рік;}$$

$$\text{Натрій (три) фосфат } P = 0,004 \text{ г/с м}^2;$$

$$M_m = 0,004 \times 1,6 \times 0,2 = 0,00128 \text{ г/с;}$$

					ОЗ-52.2403.57.19	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		36

$$M = 0,00128 \times 3600 \times 250 \times 10^{-6} = 0,001152 \text{ т/рік} .$$

#### **Цинкування деталей зі сталі**

$$\text{Натрію гідроокис } P = 0,005 \text{ г/см}^2;$$

$$M_{\text{м}} = 0,005 \times 0,12 \times 0,2 = 0,00064 \text{ г/с};$$

$$M = 0,00064 \times 3600 \times 250 \times 10^{-6} = 0,00346 \text{ т/рік}.$$

$$\text{Водень ціанистий } P = 0,001 \text{ г/см}^2;$$

$$M_{\text{м}} = 0,001 \times 0,12 \times 0,2 = 0,00012 \text{ г/с};$$

$$M = 0,00012 \times 3600 \times 250 \times 10^{-6} = 0,000108 \text{ т/рік}$$

#### **Висновки до розділу 2**

1. ПАТ «Запоріжсталь» проводить забір води із комунальної мережі міста. При роботі ливарного цеху використовується оборотна система водопостачання.

2. Захист поверхні ґрунту від вітрової та водної ерозії забезпечується влаштуванням асфальтобетонного покриття автопоїздів, існуючою дощовою каналізацією, влаштуванням газонів з посівом багаторічних трав.

3. У межах міста підприємство є стаціонарним джерелом забруднення атмосферного повітря. Джерелами впливу на нього є викиди забруднюючих речовин від технологічних агрегатів. Виділення шкідливих речовин обумовлено технологією виробництва.

4. Від стаціонарних джерел ливарного цеху ПАТ «Запоріжсталь» було виявлено перевищення ГДВ таких забруднюючих речовин: сажі, оксиду алюмінію, оксиду заліза, 3-валентних сполуки хрому, марганцю та його сполука та нікелю металічного. З цього випливає, що пило газоповітряна суміш, що аспірується від сталеплавильних печей піддається недостатньому очищенню в газоочисних. Тому актуальним постає питання реконструкції ливарного цеху ПАТ «Запоріжсталь» з метою покращення показників ефективності очистки атмосферного повітря від забруднюючих речовин.

					ОЗ-52.2403.57.19	Лист
						37
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Одне з найбільших забруднень відбувається з ливарної ділянки, в процесі лиття деталей.

6. В результаті проведеного аналізу шкідливого впливу на атмосферне повітря було виявлено наступні забруднюючі речовини: оксиди азоту, оксид вуглецю, оксиди цинку та алюмінію. Серед указаних речовин оксид вуглецю та оксиди азоту перевищують ГДК.

					ОЗ-52.2403.57.19	Лист
						38
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3 РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ЛИВАРНОГО ЦЕХУ ПАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ»

3.1 Обґрунтування доцільності удосконалення ділянки з значними викидами забруднюючих речовин в робочу зону

Як розглядалося вище, одне з найбільших забруднень спричиняє ливарна ділянка. Тому розглянемо ливарну ділянку, по якій спостерігаються перевищення викидів в атмосферу по наступних речовинах: оксиди азоту, оксид вуглецю, порівнюючи з дозволеними для ливарної ділянки ПАТ «Запоріжсталь» (рис.3,1 та табл.3,1).

Забруднення атмосфери виникає на етапі плавки металів та виливки деталей.

Таблиця 3.1 - Перелік забруднюючих речовин ливарної ділянки, що перевищують допустимі значення

№ п/п	Назва речовини	Дозволений обсяг викидів, мг/м <sup>3</sup>	Обсяг викидів на заводі, мг/м <sup>3</sup>	Клас небезпеки	Потужність викиду, т/рік
1	Оксиди азоту	2	15,8	3	5,107
2	Оксид вуглецю	3	16.4	4	5,294

Найбільш впливовими джерелами загазованості повітря робочої зони та атмосфери є печі типу САТ і машини лиття [5].

					ОЗ-52.2403.57.19		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Боженко А. О.			РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ЛИВАРНОГО ЦЕХУ ПАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ»		
Перевір.		Кофанов О. Є.					
Реценз.							
Н. Контр.		Репін М.В.					
Затверд.		Ткачук К.К.					
					Літ.	Арк.	Аркуші
					КПІ ім. Ігоря Сікорського		

Як показує практика роботи ливарної дільниці, шкідливі речовини виділяються в таких випадках:

- під час плавки металу в печі;
- при переміщенні розплавленого металу в машину лиття;
- під час заливки металу в форми та охолодження готових деталей.

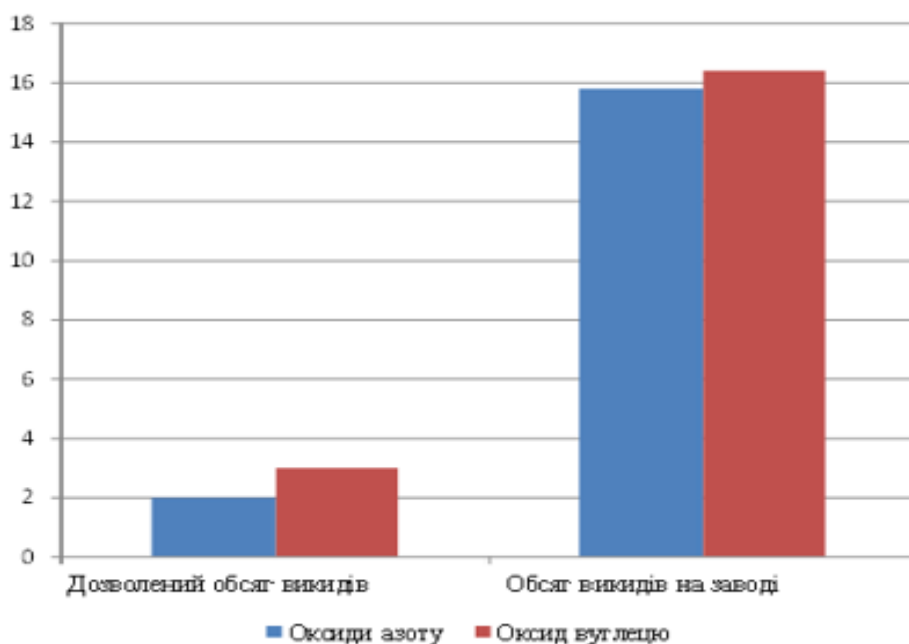


Рисунок 3.1 – Порівняння концентрацій шкідливих речовин ливарної дільниці з дозволеними

Для зменшення загазованості повітря робочої зони та атмосфери необхідно запровадити певні заходи для зменшення викидів з ливарної ділянки в атмосферу.

### 3.2. Обладнання, що використовується в технологічному процесі

У процесі виготовлення деталей з цинку та алюмінію на ливарній дільниці використовуються електрична тигельна піч САТ-0,16.



Також використовуються машини лиття під тиском та установки для піскоструминної очистки деталей.

Електропеч САТ-0,16 має теплоізольовану шахтну камеру, виконану з листового прокату, всередині якої встановлений графітовий тигель на підставці з вогнетривкої нержавіючої сталі. Футеровка печі багатошарова. Перший шар це вогнетривка цегла, другий - теплоізоляційний волокнистий матеріал. Три зигзагоподібних нагрівача з'єднані в зірку і закріплені на вогнетривкій кладці за допомогою жароміцних штирів. Знизу камери передбачено отвір для аварійного зливу розплаву. Зверху отвір електропечі перекривається теплоізольованою кришкою. Для регулювання температури в шахті печі і розплаву в тиглі встановлені дві термопари.

Електричні нагрівачі виготовляють з ніхромових спіралей або стрічок, які укладають в пази, влаштовані в вогнетривкої футеровці. При проходженні струму через ніхромові нагрівачі вони нагріваються до 1000-1100 °С. Тепло від нагрівачів випромінюванням передається зовнішньої поверхні тигля, а від стінки тигля - безпосередньо металевій шихті, завантаженої в тигель [5].

Тигель зварений з листової сталі товщиною 12 - 14 мм. У цегляній кладці і кожусі печі є отвір для випуску металу в разі аварійного прориву його з тигля. Тигель встановлюють в піч і витягують з неї мостовим краном.

Управління тепловим режимом електропечі здійснюється шафою керування, в якій встановлений тиристорний регулятор потужності і двоканальний прилад регулювання температури в шахті і розплаві [6].

Зовнішній вигляд та розміри електропечі САТ-0,16 показані на рис. 3,2. Машина для лиття під тиском складається з рухомої та нерухомої плит, вмонтованих на станині. Між цими плитами закріплена прес-форма, яка в процесі роботи гідравлічним механізмом відкривається і щільно закривається. При закритому положенні прес-форми розплавлений метал запресовується під високим тиском (20 – 200 МПа), кристалізується і перетворюється у виливку.

					ОЗ-52.2403.57.19	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		41

Таблиця 3.2 – Технічні характеристики печі

Потужність встановлена, кВт	40
Потужність споживча, кВт	35
Місткість номінальна (по алюмінію), т	0,16
Частота току мережі, Гц	50
Розміри тигля (зовнішні), мм	
Діаметр	500
Глибина	515
Температура перегріву металу, °С	750
Продуктивність по плавленню та перегріву, т/ч	0,1

Ливарна машина розкриває прес-форму, і готова виливка відділяється або ручним способом, або механічним, або автоматичним способом [6].



Рисунок 3.2 – Зовнішній вигляд електронної тигельної печі САТ-0,16

Пристрій для піскоструминної очистки деталей. Основними компонентами в установці є: резервуар для абразиву, абразивоструйний пістолет, шланг і компресор. Мобільна піскоструминна установка, яка використовується в ливарному цеху, має бункер для абразиву об'ємом в 200 л. Для роботи використовується стиснене повітря з витратою від 4,5 до 10 м³/хв і тиском 5-7

					ОЗ-52.2403.57.19	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		42

бар. Чим менше діаметр сопла, тим менше необхідні параметри. Для такої установки може бути використаний сухий абразив з фракцією 0,2-2,0 мм, наприклад: електрокорунд, скляні кульки, пісок, (як кварцовий, так і річковий), і навіть фруктова кісточка. Швидкість обробки поверхні матеріалу залежить від ступеня потрібного очищення і коливається від 5 до 27 м<sup>2</sup>/год. Хоча інструмент і вважається мобільним, його маса 132 кг, і це без урахування маси абразиву.

### 3.3 Рекомендований спосіб очистки атмосферного повітря. Скрубер серії «ICEF» 65

Скрубер «ICEF» 65 (рис. 3,7) - це пристрій, який використовується в різних хіміко-технічних процесах для очищення забрудненого повітря від домішок. На робочих поверхнях скрубєрів «ICEF» 65 для очищення атмосферного повітря в результаті взаємодії рідини та забрудненого повітря отримано ідеальне середовище для гасіння швидкості різнорідних частинок, їх крапле утворення тощо [7]. Це дозволяє з високою ефективністю (до 99,8%) і високою продуктивністю (6500 м<sup>3</sup>/год ) ефективно очищати викиди від будь-якого технологічного пилу, аерозолів і газів.

Таблиця 3.3 – Технічні характеристики скрубєра «ICEF» 65

Продуктивність, м <sup>3</sup> /год	6500
Маса, кг	700
Потужність, кВт	7,5



Рисунок 3.7 – Зовнішній вигляд скрубера «ICEF» 65

Скрубер «ICEF» 65 застосовується в ливарному виробництві: шліфування піском, зачистка, обробка, очищення від газів, що утворюються при литті, перед попереднім охолодженням тощо. Також він широко застосовується в сталеливарній промисловості для видалення димів від печей для оплавлення.

У металообробній промисловості: підгонка деталей, шліфування, верстати з витяжкою тирси, транспортери, волочильні верстати, прокатка в листи, машини для обробки металів тиском тощо.

Установка скрубера «ICEF» 65 монтується в основний канал системи вентиляції ливарної дільниці. Повітря, забруднене оксидами азоту, вуглецю, цинку та алюмінію, завдяки системі вентиляції, затягується і потрапляє в установку для очищення [7].

Забруднене повітря (рис.3,8) проходить через пристрій для центрифугування, стикаючись з потоком розпорошеної води, який поглинає 95% забруднення. Очищене повітря проходить через спеціальні осаджувачі, на яких осідають залишки крапель води і після уповільнення в розширювальній камері випускається назовні.

Вода з пилом збирається в резервуарі внизу установки і спеціальним насосом повертається в оборот; при цьому рівень води в резервуарі залишається постійним і контролюється електронним пристроєм перевірки рівня.

					ОЗ-52.2403.57.19	Лист
						44
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Рівень очищення становить: для частинок розміром до 5 мкм – 95%, для частинок розміром 25 мкм – 99,8%.

На відміну від установок з тканинних фільтрів, які після якогось часу роботи вимагають регенерації (очищення забруднених фільтрів) і заміни, установка «ICEF» 65 не схильна до таких забруднень і підтримує постійний потік і напір повітря [8].

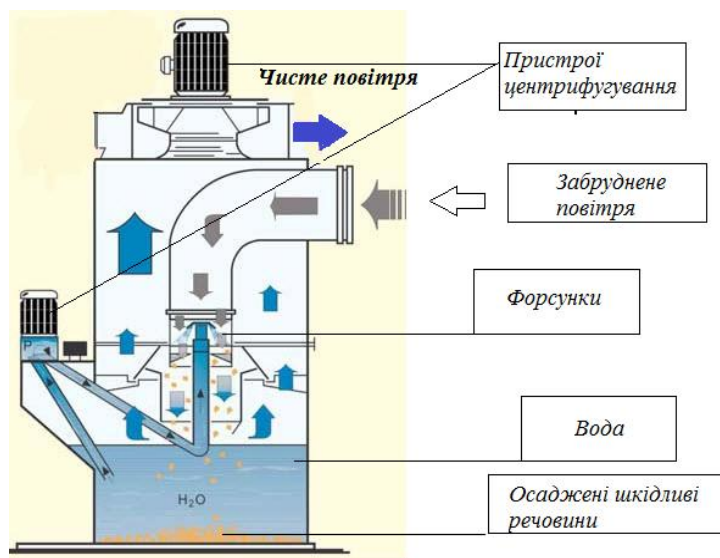


Рисунок 3.8 – Принцип роботи установки скрубера «ICEF» 65

Важливі особливості представленого скрубера:

1. Мокрий вловлений пил легко видаляється через спеціальну відвідну трубу, що знаходиться в резервуарі для води, а також ручним або автоматичним способом.
2. Конструкція установки забезпечує легкий доступ до всіх точок установки і зручність заміни будь-яких деталей.
3. Установки додатково можуть комплектуватися вичерпувальним пристроєм для автоматичного видалення намоклого пилу.
4. Якщо в робочому приміщенні потрібно підтримувати низький рівень шуму, то за бажанням замовника на випускний отвір вентилятора може бути встановлений прямокутний шумоглушник.

5. Потужність можна регулювати до необхідного рівня, завдяки регулюючому потік клапану, розташованому на вихідному отворі вентилятора.

6. Витрати води дуже малі, завдяки тому що вона повертається в оборот.

7. Можливість повернення в робоче приміщення очищеного повітря дозволяє значно економити енергію, особливо взимку.

### 3.4 Порівняння обраної установки з найбільш поширеними установками

Як правило, існуючі установки мають вибірковий принцип впливу на той чи інший тип забруднювача. Проте у реальному виробництві доводиться стикатися з комплексом забруднювачів. Тому при виборі необхідно враховувати можливість очищення вентиляційних викидів від різних типів забруднювачів одночасно, причому до величини гранично-допустимої концентрації (табл.3,5) [10], [9].

Таблиця 3.5 – Характеристики найбільш поширених типів установок

Тип фільтра	Продуктивність очистки, м³/год	Ефективність очистки, %		Використа ні матеріали	Вплив на склад повітря
		пил	гази		
Тканинний (рукавний)	до 5000	99	0	матеріал фільтра	-
Циклони	до 200000	70	0	-	-
Стандартний гідро фільтр	до 30000	70	15	технічна вода	-
Каталітичний	до 15000	0	99	каталізатор и	+
Електростатични й	до 3500	99	0	каталізатор и	+
Скрубер «ICEF» 65	до 6500	99,8	95	оборотна технічна вода	-

Установка очищення повітря «ICEF» 65 перед іншими установками має такі переваги:

- висока ефективність (за деякими компонентами вона досягає майже 100%), в той час як багато інших фільтрів здатні очищати спочатку до 70%, надалі - до 40% (іржавіють внутрішні поверхні, що дає високі експлуатаційні витрати);
- установка «ICEF» 65 дозволяє ліквідувати вибухо-пожежну небезпеку робочої зони і вирішити питання екології та охорони праці на виробництві;
- простота конструкції і необхідна продуктивність приводить до того, що «ICEF» 65 за вартістю, технічним характеристикам і експлуатаційним витратам на сьогоднішній день не має конкурентів;
- окрім очищення повітря, «ICEF» 65 дозволяє витягувати з виробничих викидів цінний матеріал, накопичувати його і пускати в первинне та вторинне виробництво;
- високий і стабільний ступінь очищення технологічного та побутового повітря дозволяє за допомогою «ICEF» 65 більш ефективно використовувати енергозберігаючі технології;
- витрати на експлуатацію установки «ICEF» 65 мінімальні, так як єдиним витратним матеріалом є технічна вода (а з огляду на використання її рециркуляції витрата води зводиться тільки до її доливу в пристрій) [11].
- нові технічні рішення, застосовані в установці «ICEF» 65, роблять її універсальною системою з очищення повітря, а висока продуктивність установки дозволяє використовувати її цілодобово в складі загально- заводської вентиляції.

					ОЗ-52.2403.57.19	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		47

### 3.5 Визначення категорії небезпечності підприємств і санітарно-захисної зони

Для визначення категорії небезпечності підприємств використовують дані про викиди забруднюючих речовин в атмосферу за формою статистичної звітності повітря.

При цьому в цій формі необхідно розшифрувати графи "вуглеводні" та "інші" і не потрібно наводити інформацію про сумарні викиди шкідливих речовин в атмосферу від групи підприємств [10].

Категорію небезпечності підприємств (КНП) розраховують за виразом:

$$КНП = \sum_{i=1}^n \left( \frac{M_i}{ГДК_{с.д.}} \right)^{a_i} \quad (3.1)$$

де  $M$  - маса викиду  $i$ -ої речовини, т/рік;

$ГДК_{с.д.}$  — середньодобова гранично допустима концентрація  $i$ -ої забруднюючої речовини, мг/м<sup>3</sup>;

$n$  — кількість шкідливих речовин, які викидаються підприємством і забруднюють атмосферу;

$a$  — безрозмірна константа, яка дозволяє порівняти ступінь шкідливості  $i$ -ої речовини зі шкідливістю сірчистого газу (визначається за табл. 3,6).

Таблиця 3.6 - Безрозмірна константа у відповідності з класом небезпечності речовин

Константа	Клас небезпечності речовин			
	1	2	3	4
$a_i$	1,7	1,3	1,0	0,9

Значення КНП щодо речовин, для котрих відсутня інформація про ГДК або ОБРВ, прирівнюють до маси викидів даних речовин. За величиною КНП підприємства поділяються на 4 категорії небезпечності [11].

Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

ОЗ-52.2403.57.19

л/ст

48



У залежності від тієї чи іншої категорії небезпечності підприємства здійснюється облік викидів забруднюючих речовин в атмосферу і запроваджується періодичність контролю за викидами підприємств, а також призначається санітарно-захисна зона від джерел забруднень до житлових районів (СЗЗ).

$$КНП = \left(\frac{6,296}{0,085}\right)^{1,3} + \left(\frac{24,735}{5}\right)^{0,9} + \left(\frac{0,0011}{0,15}\right) + \left(\frac{0,9541}{0,035}\right)^{1,3} + \left(\frac{0,2811}{0,2}\right)^1 + \left(\frac{2,6}{0,3}\right)^{0,9} = 355,6$$

Граничні умови для виділення підприємства за категоріями небезпечності наведено в табл. 3,7.

Таблиця 3.7 - Категорії небезпечності підприємств і граничні значення КНП

Категорії	Значення КНП	СЗЗ, м
I	$>10^8$	1000
II	$10^8 > КНП > 10^4$	500
III	$10^4 > КНП > 10^3$	300
IV	$<10^3$	50-100

Аналіз коефіцієнта небезпечності підприємства ПАТ «Запоріжсталь» дозволяє віднести його до IV категорії небезпеки.

Тоді сумарний показник забруднення після впровадження технології складатиме:

$$\sum ПЗ = \left(\frac{0,035}{0,085 \cdot 0,9} + \frac{0,163}{5 \cdot 1,1} + \frac{0,06}{0,15 \cdot 1} + \frac{0,02}{0,035 \cdot 0,9} + \frac{0,081}{0,2 \cdot 1} + \frac{0,711}{0,3 \cdot 1,1}\right) \cdot 100\% = 230,89\%$$

$<10^3$

Оцінка прогнозного рівня забруднення атмосферного повітря проведена шляхом співставлення сумарного показника забруднення з показником гранично допустимого забруднення (ГДЗ):

$$\frac{230,89\%}{245\%} = 0,943 < 1$$

По класифікації ДСП-201-97, п. 8.16 і згідно таблиці 3,7 при кратності перевищення ГДЗ менше одиниці рівень забруднення визначається як

"допустимий", а ступінь його небезпечності, як "безпечний". Тому розмір санітарно-захисної зони може не перевищувати 50 м [12].

Таким чином, можна стверджувати, що реалізовані заходи підвищать екологічну безпеку підприємства і зменшать негативний вплив на стан повітряного басейну в жилій зоні.

### Висновки до розділу 3

1. Під час технологічного процесу в ливарному цеху нераціональним є те, що не використовується фільтр і повітря не очищається. В результаті цього спостерігаються значні перевищення ГДК шкідливих речовин в повітрі робочої зони і, як наслідок, в атмосферному повітрі.

2. Розглянуто варіант встановлення сучасного скрубера «ICEF» 65. Перевагами нововведення є : висока ефективність (95-99,8%), простота конструкції, мінімальні витрати на експлуатацію. Продуктивність фільтра складає від 6500 м<sup>3</sup> за годину.

3. Встановлення скрубера «ICEF» 65 дасть можливість зменшити викиди в атмосферу при виконанні ливарних робіт, тим самим зменшиться негативний вплив на навколишнє природне середовище зниженням викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря.

## 4 ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ПРОПОЗИЦІЙ

### 4.1 Розрахунок екологічного податку

Відповідно до п. 240.1 ст. 240 розділу VIII «Екологічний податок» Податкового кодексу України платниками екологічного податку є суб'єкти господарювання, юридичні особи, які не здійснюють господарську (підприємницьку) діяльність, бюджетні установи, громадські та інші підприємства, установи та організації, постійні представництва нерезидентів, включаючи тих, які виконують агентські (представницькі) функції відносно таких нерезидентів або їх засновників, під час провадження діяльності яких на території України і в межах її континентального шельфу та виключної (морської) економічної зони здійснюються:

- викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення;
- скиди забруднюючих речовин безпосередньо у водні об'єкти;
- розміщення відходів у спеціально відведених для цього місцях чи на об'єктах, крім розміщення окремих видів відходів як вторинної сировини;
- утворення радіоактивних відходів (включаючи вже накопичені);
- тимчасове зберігання радіоактивних відходів їх виробниками понад установлені особливими умовами ліцензії строк .

Суми податку, який справляється за викиди в атмосферне повітря забруднюючих речовин стаціонарними джерелами забруднення ( $P_{bc}$ ), обчислюються за формулою:

					03-52.2403.57.19			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ПРОПОЗИЦІЙ			
Розроб.		Боженко А.О.						
Перевір.		Репін М.В.						
Реценз.								
Н. Контр.		Репін М.В.						
Затверд.		Ткачук К.К.						
					Літ.	Арк.	Аркуші	
					КП	ім.	Ігоря	
					Сікорського		51	

$$П_{вс} = \sum_{i=1}^n (M_i \cdot H_{ni}) \quad (4.1)$$

де  $M_i$  – обсяг викиду  $i$ -тої забруднюючої речовини в тоннах;

$H_{ni}$  – ставки податку в поточному році за тону  $i$ -тої забруднюючої речовини у гривнях з копійками.

Таблиця 4.1 – Ставки податку за викиди окремих забруднюючих речовин у атмосферне повітря

Забруднююча речовина	Ставка податку
Оксид азоту	2451,84
Оксид вуглецю	92,37
Оксид цинку	4016,11
Оксид алюмінію	598,4

Таблиця 4.2 – Маса ЗР, що викидаються підприємством

Забруднююча речовина	Маса ЗР
Оксид азоту	5,107
Оксид вуглецю	5,274
Оксид цинку	0,285
Оксид алюмінію	0,564

Таким чином, податок за викиди шкідливих речовин в атмосферу становить:

$$П_{вс} = 5,107 \cdot 2451,84 + 5,274 \cdot 92,37 + 0,285 \cdot 4016,11 + 0,564 \cdot 598,4 = 14490,73 \text{ грн}$$

Після впровадження установки розмір екологічного податку буде дорівнювати,

$$П_{вс} = \sum (0.05 * 14490,73) = 724,53 \text{ грн}$$

Різниця до та після впровадження установки:

$$\Delta П = П_{вс1} - П_{вс2}. \quad (4.2)$$

де  $П_{вс1}$  – розмір екологічного податку до впровадження заходів,  
 $П_{вс2}$  – після впровадження.

$$П = 14490,73 - 724,53 = 13766,2 \text{ грн}$$

Проведений підрахунок показує, що розмір екологічного податку за викиди в атмосферу буде зменшений приблизно у 20 разів, а збитки будуть дорівнювати нулю.

#### 4.2. Розрахунок екологічного збитку

Розрахункові методи визначена наднормативних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря застосовуються у випадках:

- викиду забруднюючих речовин від джерел викидів, які здійснюються без дозволу на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами суб'єктів господарювання;
- викиду забруднюючих речовин в атмосферне повітря внаслідок невиконання в установлені в дозволі на викиди забруднюючих речовин терміни запланованих заходів щодо скорочення викидів забруднюючих речовин;
- аварійного викиду;
- викиду забруднюючих речовин в атмосферне повітря внаслідок несанкціонованого спалювання відходів різного походження, пожнивних залишків та іншої рослинності;

					ОЗ-52.2403.57.19	Лист
						53
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- об'ємної витрати газопилового потоку (димових газів) від паливо - використовуваного обладнання за відсутності технічних можливостей для інструментально-лабораторного вимірювання (конструктивні особливості газоходів).

Розмір відшкодування збитків за наднормативний викид однієї тонни забруднюючої речовини в атмосферне повітря розраховується на основі розміру мінімальної заробітної плати. Вона встановлена на час виявлення порушення, помноженої на коефіцієнт 1,1, з урахуванням регулювальних коефіцієнтів і показника відносної небезпечності кожної забруднюючої речовини [13].

Розмір збитків розраховується за формулою :

$$З = m_i \cdot 1,1 \cdot П \cdot A \cdot K_m \cdot K_{zi} \quad (4.3)$$

де  $З$  – розмір збитків, грн;

$m_i$  – маса  $i$ -тої забруднюючої речовини, що викинута в атмосферне повітря наднормативно, т;

$1,1П$  – розмір мінімальної заробітної плати ( $П$ ) на момент виявлення порушення за одну тонну умовної забруднюючої речовини, помноженої на коефіцієнт (1,1), грн/т;

$A_i$  – безрозмірний показник відносної небезпечності  $i$ -тої забруднюючої речовини;

$K_T$  – коефіцієнт, що враховує територіальні та соціально-екологічні особливості;

$K_{zi}$  – коефіцієнт, що залежить від рівня забруднення атмосферного повітря населеного пункту  $i$ -тою забруднюючою речовиною.

Безрозмірний показник відносної небезпечності  $i$ -тої забруднюючої речовини ( $A_i$ ) визначається із співвідношення за формулою:

$$A_i = 1/ГДК_i \quad (4.4)$$

Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

де ГДК – середньодобова граничнодопустима концентрація.

Коефіцієнт, що враховує територіальні соціально-екологічні особливості ( $K$ ), залежить від чисельності мешканців населеного пункту, його народногосподарського значення і розраховується за формулою :

$$K_T = K_{\text{нас}} \cdot K_{\text{ф}} \quad (4.5)$$

де  $K_{\text{нас}}$  – коефіцієнт, що залежить від чисельності жителів населеного пункту;

$K_{\text{ф}}$  – коефіцієнт, що враховує народногосподарське значення населеного пункту.

Коефіцієнт, що залежить від рівня забруднення атмосферного повітря населеного пункту  $i$ -тою забруднюючою речовиною ( $K_{zi}$ ), визначається за формулою :

$$K_{zi} = (po)_{Bi} / \text{ГДК}_{\text{СДі}} \quad (4.6)$$

де  $(po)_{Bi}$  – середньорічна концентрація  $i$ -тої забруднюючої речовини за даними прямих інструментальних вимірів на стаціонарних постах за попередній рік, мг/куб.м;

$\text{ГДК}_{\text{СДі}}$  – середньодобова гранична допустима концентрація  $i$ -тої забруднюючої речовини, мг/куб.м.

Таким чином, безрозмірні показники відносної небезпечності становлять:

$$A_{\text{аз}} = 1 / 0,1 = 10$$

$$A_{\text{вугл}} = 1 / 3 = 0,33.$$

Коефіцієнт, що залежить від рівня забруднення атмосферного повітря населеного пункту :

$$K_{\text{зі.аз.}} = 0,16 / 0,1 = 1,6$$

$$K_{\text{зі.вугл.}} = 3,2 / 3 = 1,06$$

Таким чином, збитки за понаднормовий викид забруднюючої речовини становлять:

$$З_{аз} = 0,107 * 1,1 * 3723 * 10 * 1,8 * 1,25 * 1,6 = 15\,775 \text{ грн/рік}$$

$$З_{вуг} = 0,274 * 1,1 * 3723 * 0,33 * 1,8 * 1,25 * 1,06 = 883,15 \text{ грн/рік}$$

Збиток за наднормативні викиди після реконструкції дорівнює нулю ( $З=0$ ), відповідно і різниця становить:

$$З = (15\,775 + 883,15) - 0 = 16\,658,15 \text{ грн/рік.}$$

#### 4.3 Визначення еколого-економічного ефекту

Показник загальної економічної ефективності природоохоронних витрат використовують при обґрунтуванні структури й обсягів природоохоронних заходів (у тому числі будівництво природоохоронних об'єктів), і обсягів капітальних вкладень природоохоронного призначення [13].

Основне значення цей показник, а також чистий економічний ефект природоохоронних заходів мають для обґрунтування проектного рішення або об'єкта даного типу, і потужності.

Ефективність витрат визначають на всіх стадіях обґрунтування природоохоронних заходів, а також при оцінці результатів виконання програмних завдань охорони природи й раціонального використання природних ресурсів певної території [14]. Розраховані показники ефективності природоохоронних витрат порівнюють із нормативними й фактичними за попередній період.

Економічний результат природоохоронних заходів ( $P$ ) визначається за величиною економічних збитків ( $У_{np}$ ), та величиною додаткового доходу ( $\Delta Д$ ):

$$P = У_{np} + \Delta Д \quad (4.7)$$

					ОЗ-52.2403.57.19	Лист
						56
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



де  $U_{np}$  – величина попереднього економічного збитку, грн;

$\Delta D$  – річний приріст доходу /додатковий дохід/ внаслідок поліпшення виробничих досягнень, грн [15].

Величина попереднього економічного збитку:

$$U_{np} = \Delta\Pi + \Delta Z. \quad (4.8)$$

Збиток за наднормативні викиди після реконструкції дорівнює нулю ( $32=0$ ), відповідно і різниця становить:

$$Z = (15\,775 + 883,15) - 0 = 16658,15 \text{ грн/рік}$$

Отже,  $U_{np}$  буде дорівнювати:

$$U_{np} = 16658,15 + 13766,2 = 30424,35 \text{ грн/рік}$$

Додаткового доходу немає:

$$\Delta D = 0 \text{ грн / рік}$$

Розраховуємо економічний результат природоохоронних заходів:

$$P = 30424,35 + 0 = 30424,35 \text{ грн/рік}$$

Річні витрати на здійснення природоохоронних заходів визначаються за формулою:

$$B = Q + E_n \cdot K \quad (4.9)$$

					ОЗ-52.2403.57.19	Лист
						57
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $Q$  – експлуатаційні витрати, грн;

$E_n$  – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень (коефіцієнт дисконтування),  $E_n = 0,15$ ,

$K$  – одноразові капітальні вкладення, грн. [15]:

Монтажні роботи складатимуть – 5000 грн (табл. 4.1).

Одноразові капітальні вкладення складають – 30000 грн (ціна установки для термічної демеркуризації).

$$B = Q + E_n \cdot K = 5000 + 0,15 \cdot 30000 = 9500 \text{ грн.}$$

Таблиця 4.1 – Витрати на нововведення

Витрати	Сума, грн
Установка для очищення повітря	30000
Монтажні роботи	5000

Розмір чистого економічного річного ефекту визначається за формулою:

$$E_n = P - B \quad (4.10)$$

$$E_n = 30424,35 - 9500 = 20924,35 \text{ грн/рік.}$$

Термін окупності впровадження екологічних заходів на даному підприємстві наступний.

$$T_{ок} = B/E_n = 9500/20924,35 = 1,2 \text{ року}$$

Відповідно, за проведеними розрахунками, термін окупності вибраної установки становить 1 рік та 2 місяці.

Такий механізм повинен містити в собі органічно об'єднані методи безпосереднього й опосередкованого регулювання природокористуванням.

#### Висновки до розділу 4

1. На даний момент сума податку на підприємстві, яка справляється за викиди в атмосферу, виходячи з фактичних обсягів викидів, складає 14490,73 грн/рік . Після впровадження очисної системи на ПАТ «Запоріжсталь» ця сума зменшиться, та складатиме 13766,2 грн/рік.

2. Збиток за наднормативні викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря становить 16658,15 грн/рік. Додатковий дохід відсутній. Річні витрати на здійснення природоохоронних заходів складуть 30424,35 грн/рік.

3. За розрахунками, еколого-економічний ефект становитиме 20924,35 грн/рік. Термін окупності системи установки 1 рік та 2 місяці.

					ОЗ-52.2403.57.19	Лист
						59
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 5.1 Аналіз умов праці на робочому місці

У розділі охорони праці розглянемо правила безпеки та умови робочого місця в ливарному цеху ПАТ «Запоріжсталь».

Організація робочого місця. Проведемо аналіз умов праці на робочому місці. Робоче місце – ливарний цех.

Шкідливими та небезпечними факторами, які діють на робітника є: мікроклімат виробничого приміщення; шкідливі речовини в повітрі робочої зони; шум, вібрація. Розглянемо їх детальніше. Небезпечні і шкідливі продуктивні чинники в приміщенні очисних споруд наведені в таблиці 5.1.

Мікроклімат виробничого приміщення. Санітарно-гігієнічне нормування умов мікроклімату здійснюється за ДСН 3.3.6.042199, які встановлюють оптимальні і допустимі параметри мікроклімату залежно від загальних енерговитрат організму при виконанні робіт і періоду року [16].

Мікроклімат нормується залежно від пори року і тяжкості виконуваної роботи по енерговитратах. Параметри мікроклімату відповідають допустимим нормам, завдяки комплексу заходів щодо нормування: теплоізоляція устаткування, герметизація, застосування місцевої, загальнообмінної та штучної вентиляції, опалювання, кондиціонування, автоматизація виробництва і забезпечення дистанційного керування.

Системи вентиляції, кондиціонування повітря і повітряного опалення повинні забезпечувати санітарно-гігієнічні вимоги до мікроклімату виробничих приміщень згідно з вимогами ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» [15].

					ОЗ-21.2403.35.16			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Охорона праці	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Боженко А. О.						
Перевір.		Кофанов О. Є..						
Реценз.						КПІ ім. Ігоря Сікорського		
Н. Контр.		Репін М.В.						
Затверд.		Ткачук К.К.						

Таблиця 5.1 – Категорія роботи за ступенем важкості

Характер роботи	Категорія роботи	Загальні енерговитрати організму, Вт (ккал/год)	Характеристика робіт
Роботи середньої важкості	ІІб	232–290 (201–250)	Роботи, що виконуються стоячи, пов'язані з ходінням, переміщенням невеликих (до 10 кг) вантажів, та супроводжуються помірним фізичним напруженням.

Оптимальні та допустимі показники температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні виробничого приміщення згідно з ДСН 3.3.6.042-99, повинні відповідати значенням приведеним в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Оптимальні та допустимі параметри мікроклімату робочої зони в ливарному цеху

Період року	Категорія робіт	Температура, °С					Відносна вологість, %		Швидкість руху, м/с	
		Оптимальна	Допустима				Оптимальна	Допустима	Оптимальна	Допустима
			Верхня межа		Нижня межа					
			На робочих місцях							
			Постійних	Непостійних	Постійних	Непостійних				
Холодний	ІІб	18-20	23	24	17	15	40-60	75	0,2	0,3
Теплий		20-22	27	29	16	15	40-60	65	0,3	0,2- 0,4

Шкідливі речовини в повітрі робочої зони. Нормування змісту шкідливих речовин в повітряному середовищі виробничого приміщення проводиться згідно ГОСТ 12.1.005-88 "Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования" [16].

Шкідливі речовини, що потрапили в організм людини спричиняють порушення здоров'я в тому випадку, коли їхня кількість в повітрі перевищує граничну для кожної речовини величину.

За величиною ГДК в повітрі робочої зони шкідливі речовини поділяються на чотири класи небезпеки, табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Класи небезпеки шкідливих речовин

Клас небезпеки	Найменування	ГДК, мг/м <sup>3</sup>	Приклад шкідливих речовин
I	Речовини надзвичайно небезпечні	<0,1	Свинець, ртуть, озон
II	Речовини високонебезпечні	0,1...1,0	Кислоти сірчана та соляна, хлор, фенол, їдкі луги
III	Речовини помірно небезпечні	1,1—10	Вінілацетат, толуол, ксилол, спирт
IV	Речовини малонебезпечні	>10,0	Аміак, бензин, ацетон, гас

Джерелами викиду у робочій зоні є: ливарна установка, плавильна піч, вентиляційні установки.

ГДК металічного пилу не повинно перевищувати 0,15 мг/м<sup>3</sup>, він є небезпечною речовиною, йому властиве накопичення в організмі людини, яке спричиняє професійні захворювання [16].

Виробничий пил досить розповсюджений небезпечний та шкідливий виробничий фактор. З пилом стикаються робітники різних видів промисловості. Вражаюча дія пилу в основному визначається розміром частинок пилу, їх формою та твердістю. Класифікація пилу по розміру частинок:

- дрібні середній діаметр < 0,5 мкм;
- середні середній діаметр 0,5 -1,0 мкм;
- крупні середній діаметр > 1 , 0 мкм.

За формою існує пил з гострими, твердими та гладкими краями.

Концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони на металургійних підприємствах, як на постійних, так і непостійних робочих місцях не повинні перевищувати рівень ГДК, затверджених Міністерством охорони здоров'я України. Граничні величини шуму на робочих місцях регламентуються ДСН 3.3.6.037-99, табл.5,4.

Таблиця 5.4 – Допустимі спектри рівнів звукового тиску

Робоче місце	Рівень звукового тиску, дВ, в октавних смугах із середньо геометричними частотами, Гц								Рівень звуку і еквів. рівень звуку, ДБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Постійні робочі місця і робочі зони у виробничих приміщеннях і на території підприємств	95	87	82	78	75	73	71	69	80

В нормах передбачаються диференційовані вимоги до допустимих рівнів шуму в приміщеннях різного призначення в залежності від характеру праці в них. Шум вважається допустимим, якщо вимірювані рівні звукового тиску у всіх октавних смугах частот нормованого діапазону (63-8000 Гц) будуть нижчі, ніж значення, які визначаються граничним спектром.

Акустичний вплив основних джерел шуму не впливає на проживання населення в районі, проте на робочому місці, рівень допустимого шуму перевищується.

Законодавчим документом, який встановлює допустимі параметри виробничої вібрації та санітарні правила роботи з вібронебезпечними механізмами та обладнанням, є ГОСТ 12.1.012-90 «Вібраційна безпека. Загальні вимоги» [17].

Згідно з результатами вимірювань вібрації видно, що є невеликі перевищення гігієнічних норм, які відбуваються під час роботи установок в ливарному цеху на ПАТ «Запоріжсталь».

## 5.2 Розробка заходів з охорони праці

Нормалізація несприятливих мікрокліматичних умов здійснюється за допомогою комплексу заходів та способів, які включають: будівельно-планувальні, організаційно-технологічні та інші заходи колективного захисту. Для профілактики перегрівань та переохолоджень робітників використовуються засоби індивідуального захисту, медико-біологічні тощо [18].

Методи регулювання параметрів повітряного середовища є невід'ємною частиною загальнодержавного підходу до керування навколишнім середовищем відповідно до стандарту ДСТУ ISO 14001:197 (Системи управління навколишнім середовищем. Київ, Держстандарт України).

Успіх функціонування системи керування параметрами повітряного середовища, що діє на людину, залежить від ефективності всіх її ієрархічних і функціональних рівнів [19]. Однак, для сучасного підприємства найбільш розповсюдженим інженерним методом впливу на атмосферу є організація повітрообміну (вентиляція) у приміщеннях, а також локалізація джерел викидів з наступним видаленням забрудненого повітря і його очищенням (аспірація).

Заходи щодо боротьби з пилом різноманітні і, як правило, повинні вживатись у комплексі. Їх можна поділити за характерними ознаками та спрямованістю:

- скорочення утворення пилу;
- зменшення запиленості та загазованості приміщень;
- ліквідація пилоутворення та загазованості від устаткування та обмеження поширення шкідливих викидів у приміщенні.

До заходів, завдяки яким скорочується утворення шкідливих викидів, належать: раціоналізація технологічних процесів, мокрі способи обдирання та шліфування виливок, зволоження переробних матеріалів і підтримання чистоти приміщень та устаткування [20]. Знижує пилоутворення і використання прогресивних технологічних процесів та устаткування (формування методом пресування).

					ОЗ-52.2403.57.19	Лист
						64
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



Заходами, які ліквідують викиди та обмежують поширення пилу у приміщенні, є герметизація устаткування, влаштування місцевої вентиляції [21].

За принципом дії ЗІЗ поділяють на фільтрувальні та ізолювальні. Перші подають у зону дихання очищене повітря з робочої зони, а другі - повітря зі спеціальних резервуарів або чистого середовища, що знаходиться поза робочою зоною [22].

Фільтрувальні ЗІЗ за призначенням поділяються на такі типи:

- протиаерозольні, або пилозахисні;
- протигазові, або газозахисні;
- універсальні, або пилогазозахисні.

Для зниження шуму механічного походження в вузлах, в яких здійснюються ударні процеси необхідно зменшити сили збурення, збільшити час контакту елементів, що взаємодіють між собою, збільшити внутрішні втрати в системах що коливаються, зменшити площу випромінювання звуку [23].

Заходи захисту від шуму:

- організаційні: не потрібно використовувати відразу все обладнання, яке може викликати підвищення рівня звуку, при роботі шумного обладнання необхідно робити перерви;
- технічні: не потрібно використовувати відразу все обладнання, яке може викликати підвищення рівня звуку, при роботі шумного обладнання необхідно робити перерви;
- індивідуальні: не потрібно використовувати відразу все обладнання, яке може викликати підвищення рівня звуку, при роботі шумного обладнання необхідно робити перерви.

### 5.3 Пожежна безпека

Об'єкти сучасного виробництва у своїй більшості є пожежонебезпечними. Пожежі на промислових об'єктах можуть призводити до загибелі людей, величезних матеріальних втрат, екологічних катастроф. Забезпечення пожежної

					ОЗ-52.2403.57.19	Лист
						65
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

безпеки - це досить складне соціально-економічне завдання, спрямоване на запобігання пожежам та ліквідацію пожеж, у випадку їхнього виникнення, з мінімальними наслідками. Пожежну безпеку забезпечують системи запобігання пожежі та протипожежного захисту, а також організаційно-технічні заходи. Управління пожежною безпекою передбачає підвищення безпечності стану приміщень, обладнання та виробничих процесів.

Системи пожежної безпеки мають запобігати впливу на людей небезпечних факторів пожежі, у тому числі їхніх вторинних проявів. Основними напрямками забезпечення пожежної безпеки є усунення умов виникнення пожежі та мінімізація її наслідків [24].

Пожежну безпеку забезпечують такі основні компоненти виробництва:

- технічна система, яка передбачає надійність обладнання, використання безпечних технологій, визначає обсяг вибухопожежонебезпечних речовин, проектні рішення, впровадження систем виявлення та гасіння пожеж, розміщення обладнання тощо;
- персонал, його підготовка, забезпечення регламентами та правилами роботи;
- система управління.

Згідно з правилами безпеки протипожежний захист шахти має бути спроектована і виконана таким чином, щоб запобігти можливості пожежі, а в разі його виникнення забезпечувалася ефективна локалізація і гасіння його в початковій стадії.

Зниження пожежної небезпеки здійснюється за такими основними напрямками:

- збільшення обсягів основних робіт з попередження і гасіння пожеж;
- розвиток робіт по створенню і впровадженню методів профілактики і гасіння із застосуванням азоту, інертних пін та інертних спінених пульп;
- розвиток робіт зі створення способів гальмування самозаймання за допомогою антипірогенами і профілактичних робіт із застосуванням гелеоподібних розчинів;

					ОЗ-52.2403.57.19	Лист
						66
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- забезпечення пожежобезпечних параметрів розтину і підготовки виїмкових ділень, блоків і стовпів і технології виїмки вугілля для підвищення швидкості відпрацювання та надійності ізоляції виробленого простору;
- підвищення якості ізоляційних робіт і своєчасного контролю за початковими ознаками самозаймання;
- забезпечення пожежних вузлів шахти засобами пожежогасіння.

Ефективними засобами пожежогасіння є повітряна піна і спінена глиниста пульпа (ВГП). З метою зниження доступу кисню до вогнища горіння застосовують інертну піну (ІП) і інертну спінену глинистий пульпу (ІВГП), бульбашки яких при вспіненні наповнюються азотом [25].

#### Висновки до розділу 5

1. Проаналізовані правила безпеки та умови робочого місця під час роботи в ливарному цеху на ПАТ «Запоріжсталь».
2. Шкідливими та небезпечними факторами, які діють на робітника є: мікроклімат виробничого приміщення; шкідливі речовини в повітрі робочої зони; шум, вібрація.
3. Пожежну безпеку забезпечують системи запобігання пожежі та протипожежного захисту, а також організаційно-технічні заходи.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Проаналізовано діяльність відкритого акціонерного товариства «Запоріжсталь», яке належить до металургійної промисловості. Виробнича потужність комбінату становить 3,6 млн тонн сталі в рік. Можна зробити висновки, що при роботі ливарного цеху відбуваються значні обсяги викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, що перевищують ГДК. Найбільша маса викидів припадає на пил, викиди оксидів азоту та оксиду вуглецю. Дане джерело викидів недостатньо оснащено очисними спорудами.

Питання зниження обсягів забруднення атмосферного повітря внаслідок роботи ливарного цеху підприємства ПАТ «Запоріжсталь» можна вирішити двома шляхами:

Перший шлях – розробка нових технологій виготовлення продукції.

Другий шлях – встановлення очисного обладнання на джерело викиду забруднюючих речовин скрубєр «ICEF» 65.

Найбільш доцільно та ефективно в даному випадку буде встановлення скрубєра «ICEF» 65. При впровадженні цього обладнання матимемо такі результати, при тій же потужності роботи підприємства:

- температури газоповітряної суміші – 90 – 100 °С;
- концентрація пилу – 0,009 мг/м<sup>3</sup>;
- концентрація азоту оксиду – 0,59 мг/м<sup>3</sup>;
- концентрація вуглецю оксидів – 4,95 мг/м<sup>3</sup>;

Значення ГДК не перевищено по жодному з параметрів.

Оцінка капіталовкладень у встановлення даного комплексу з урахуванням вартості обладнання та затрат на монтування і обслуговування становить – близько 200 тис. грн. Час окупності витрат становить близько 1 року і 2 місяці.

					03-52.2403.57.19		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Боженко А. О.			ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ		
Перевір.		Кофанов О.Є.					
Реценз.							
Н. Контр.		Репін М.В.					
Затверд.		Ткачук К.К.					
					Літ.	Арк.	Аркуші
					КПІ ім. Ігоря Сікорського		

Встановлення очисного обладнання сприяє зменшенню викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря та енергетичного забруднення навколишнього середовища.

					ОЗ-52.2403.57.19	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		69

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бригінець К. Д. Утилізація промислових відходів. Основи утилізації відходів: конспект лекцій (для студентів 3 курсу денної та 5 курсу заочної форм навчання напряму підготовки 6.040106 „Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування”) [Електронний ресурс] К. Д. Бригінець, К. О. Абашина; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Харків: ХНАМГ, 2012 – 58 с. – Режим доступу до ресурсу: <http://eprints.kname.edu.ua/255791>
2. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: Навч. посіб. - 2-ге вид., стер. - К.: Т-во "Знання", КОО, 2002. – 203 с. ISBN 966-620-108-9
3. Основи екології: Навчально-методичний посібник Кривільова С.П., Лопухіна О.О. – Харків: НТУ “ХПІ”. – 2006. – 112 с.
4. СН 245-71 Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий [Електронний ресурс] Москва. – 1972. – Режим доступу до ресурсу: [http://ohranatruda.ruot\\_biblio/normativdata\\_normativ22823](http://ohranatruda.ruot_biblio/normativdata_normativ22823)
5. Франчук Г. М., Ісаєнко В. М., Запорожець О. І. Урбоекологія і техноекологія: навчально-методичний посібник. – К.: НАУ, 2007 – 200 с.
6. Інженерна екологія: Підручник з теорії і практики сталого розвитку / В. А. Баженов, В. М. Ісаєнко, Ю. М. Саталкін та ін. – К.: Книжне видавництво НАУ, 2006. – 492 с. ISBN 966-598-283-4
7. Скруббер серии «ICEF» [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу <http://www.consar.su/catalog/coral/scrubber.html>.
8. СН 245-71 Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий [Електронний ресурс] Москва. – 1972. – Режим доступу до ресурсу: [http://ohranatruda.ruot\\_biblio/normativdata\\_normativ22823](http://ohranatruda.ruot_biblio/normativdata_normativ22823)

					03-52.2403.57.19					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Боженко А. О.			ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ			Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.		Кофанов О.С.								
Реценз.								КПІ ім. Ігоря Сікорського		
Н. Контр.		Репін М.В.								
Затверд.		Ткачук К.К.								

9. Плавильные печи индукционные и печи сопротивления [Электронный ресурс] Режим доступа до ресурсу: <http://www.tdinduktor.ru/index.php/2010-08-25-08-43-00/1/75--016.html>.

9. Журило А.Г. Теоретические и практические основы проектирования машин непрерывного литья. Монография А.Г.Журило, Д.Ю.Журило, Ю.В.Моисеев. Х.: НТУ «ХПИ», 2013.— 174 с.

10. Хільчевський В.В.. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів: [навчальний посібник] /В. Хільчевський, С. Кондратюк. – К.: Либідь, 2002. – 382 с

11. Скруббер серии «ICEF» [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу <http://www.consar.su/catalog/coral/scrubber.html>.

12. Апостолук С.О. Промислова екологія: Навч. посіб. — 2-ге вид., випр, і допов. Рекомендовано МОН / С.О. Апостолук, В.С. Джигирей, І.А. Соколовський, 2012. – С.40 – 42.

13. Туница Ю.Ю. Эколого-экономическая эффективность природопользования. — М., 1980.

14. Жадан Л.В., Папилова Л.Н. Методические указания к выполнению экономической части научно-исследовательских и дипломных работ. Х.: ХПИ, 1992-40 с.

15. Основи охорони праці К. Н. Ткачук, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов та ін. – Київ: Основа, 2014. – 456 с. – (3-тє видання перероблене та доповнене).

16. Фарамазов А. А. Охрана труда при эксплуатации и ремонте оборудования металлургической промышленности. М: Химия, 1985 г.

17. ГОСТ 12.1.000-83. ССБТ. Шум, общие требования безопасности. – Введен 01.07.84

18. СНиП II-4-79. Санитарные нормы и правила. Естественное и искусственное освещение, нормы проектирования.—М: стройиздат. 1980.

19. Кукін П.П. та ін, Безпека життєдіяльності. Виробнича безпека та охорона праці П.П. Кукін – М.: Вища школа., – 2001 – 431с

					03-52.2403.57.19	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

20. Гапон В. О. Гігієнічна оцінка умов праці при виплавці легованих марганцем сталей у мартенівських цехах В. О. Гапон, Т. М. Альохіна Укр. журн. з проблем медицини праці. – 2005. – № 2. – С. 20–22.

21. Глиняна Н.М. Охорона праці в ливарному виробництві Курс лекцій Н.М. Глиняна, 2009. – С.34 – 35с.

22. Гігієна праці / [Ю. І. Кундієв, О. П. Яворовський, А. М. Шевченко та ін.] ; за ред. Ю. І. Кундієва, О. П. Яворовського. – К. : ВСВ «Медицина», 2011. – 904 с.

23. СНиП II-4-79. Санитарные нормы и правила. Естественное и искусственное освещение, нормы проектирования.—М: стройиздат. 1980.

24. Охорона праці та промислова безпека: навч.посібн. Ткачук К.К., Зацарний В. В., Сабарно Р. В. та ін. — К.: Лібра, 2010. — 560с Білецький, П. В. Сергеев Збагачення корисних копалин: наук.-техн. зб. ДВНЗ "НГУ". - Дніпропетровськ, 2013. – Вип.53(94). – С.205-209.

25. Основи охорони праці К. Н. Ткачук, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов та ін. – Київ: Основа, 2014. – 456 с. – (3-тє видання перероблене та доповнене).

					03-52.2403.57.19	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



## Загальні відомості про дипломний проект

**Тема:** ПАТ «Запоріжсталь» з модернізацією систем очищення атмосферного повітря ливарного цеху

**Мета:** розробка проекту реконструкції ливарного цеху ПАТ «Запоріжсталь» шляхом встановлення скрубера серії «ICEF» 65.

**Об'єкт дослідження** – реконструкція заводу з метою досягнення зниження викидів в атмосферу..

**Предмет дослідження** – показники оцінки концентрацій та об'ємів шкідливих викидів в атмосферу при роботі ливарного цеху на ПАТ «Запоріжсталь».

**Для досягнення поставленої мети у роботі необхідно виконати низку завдань:**

- обґрунтовано можливість вдосконалення технологічної схеми по зниженню викидів в атмосферу ливарного цеху ПАТ «Запоріжсталь»;
  - проаналізовано вплив діяльності ПАТ «Запоріжсталь» на навколишнє природне середовище;
  - розроблено рекомендації по зниженню викидів в атмосферу при роботі ливарної ділянки;
- обґрунтовано еколого-економічний ефект від впровадження проекту реконструкції на ПАТ «Запоріжсталь»;
- проаналізовано умови праці на підприємстві та запропоновано заходи з охорони праці.

					03-52.2403.57.19				
					ДОДАТОК А				
Зм.	Арк.	Докум.	Підпис	Дат.	Літера		Маса	Масшт.	
Розроб.		Богданю А. О.							
Перевір.		Ковалюк О.Є.							
Т. контр.					Аркуш 1		Аркуші 7		
					НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», ІЕЕ				
Н. контр.									
Затверд.		Григорук К.К.							

## Відомості про ПАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ»



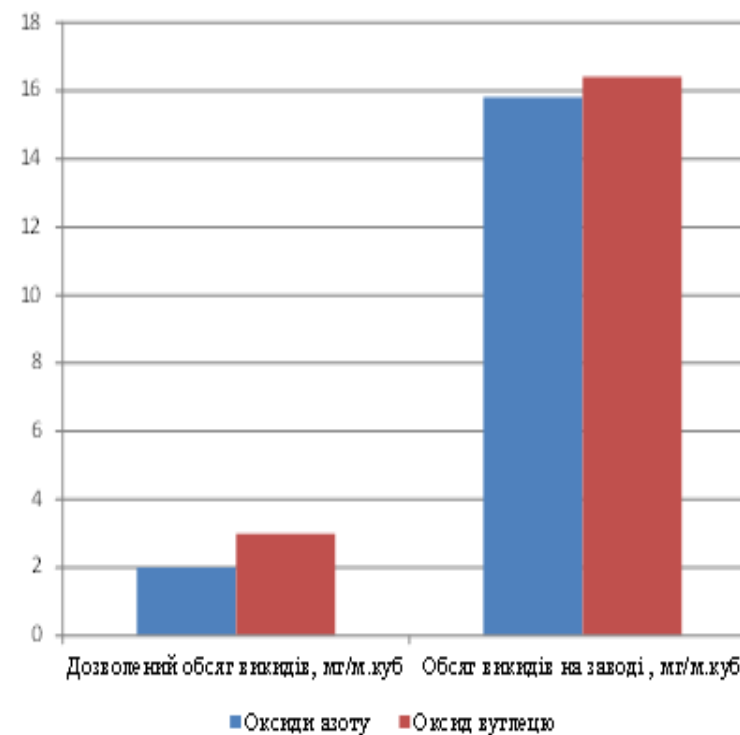
Відомості про підприємство	
Код за ЄДРПОУ:	24511691
Повне найменування:	Публічне акціонерне товариство «Запорізький металургійний комбінат «Запоріжсталь»
Скорочене найменування (згідно Статуту):	ПАТ «Запоріжсталь»
Юридична адреса:	69008, Запорізька обл., м.Запоріжжя, Південне шосе, 72
Керівник:	Козаченко Олександр Григорович
Код території за КОАТУУ:	23000
Регіон:	Запорізька область
Депозитарна установа, що обслуговує емітента:	ПРАТ "ЗАПОРІЖСТАЛЬ-АГ"
Депозитарій, що обслуговує емітента:	Публічне акціонерне товариство "Національний депозитарій України"
Статутний капітал (грн.):	115627.00
Державна реєстрація	
Дата реєстрації:	17.04.2000
Орган:	Володимирецька районна державна адміністрація Рівненської області
Вид економічної діяльності	
Код за КВЕД:	10.51
Найменування:	Перероблення молока, виробництво масла та сиру

ПАТ «Запоріжсталь»

					03-52.2403.57.19					
					ПРОДОВЖЕННЯ ДОДАТКУ А			Літера	Маса	Масшт.
Зм.	Арк.	Докум.	Підпис	Дат						
Розроб.	Боженив А. О.									
Перевір.	Ковалев О.С.									
Т. контр.								Аркуш 1	Аркуші 7	
Н. контр.					НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», ІЕЕ					
Затверд.	Ткачук К.К.									

## Забруднюючі речовини, що перевищують дозволені норми

№ п/п	Назва речовини	Дозволений обсяг викидів, мг/м. куб.	Обсяг викидів на заводі, мг/м.куб.	Клас небезпеки	Потужність викиду, т/рік
1	Оксиди азоту	2	15,8	3	5,107
2	Оксид вуглецю	3	16.4	4	5,294



Перелік забруднюючих речовин ливарної ділянки,  
що перевищують допустимі значення

					03-52.2403.57.19					
Зм.	Арк.	Докум.	Підпис	Дат	ПРОДОВЖЕННЯ ДОДАТКУ А			Літера	Маса	Масшт.
Розроб.	Боженко А. О.									
Перевір.	Корбанюк О. С.									
Т. контр.										
Н. контр.										
Затверд.	Ткачук К. К.							Аркуш 1 Аркуше 7		
								НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», ІЕЕ		

# Зменшення навантаження на атмосферне повітря за рахунок зміни технологічної схеми

Одним із шляхів зменшення шкідливих викидів ливарного виробництва є вдосконалення ведення технологічних процесів.

Процес лиття вимагає великої витрати енергії і призводить до істотних викидів діоксину вуглецю. Щоб запобігти викидам забруднюючої речовини необхідно: використовувати середньо частотну потужність в індукційних печах, підігрівати металобрухт перед його використанням та зменшити втрати тепла тощо.

Викиди оксидів азоту викликаються високою температурою печі і окисненням азоту. Зниження викидів можна домогтися шляхом зміни основного технологічного процесу: мінімізувати співвідношення «повітря-паливо» в процесі спалювання та використовувати попереднє збагачення киснем сировини.

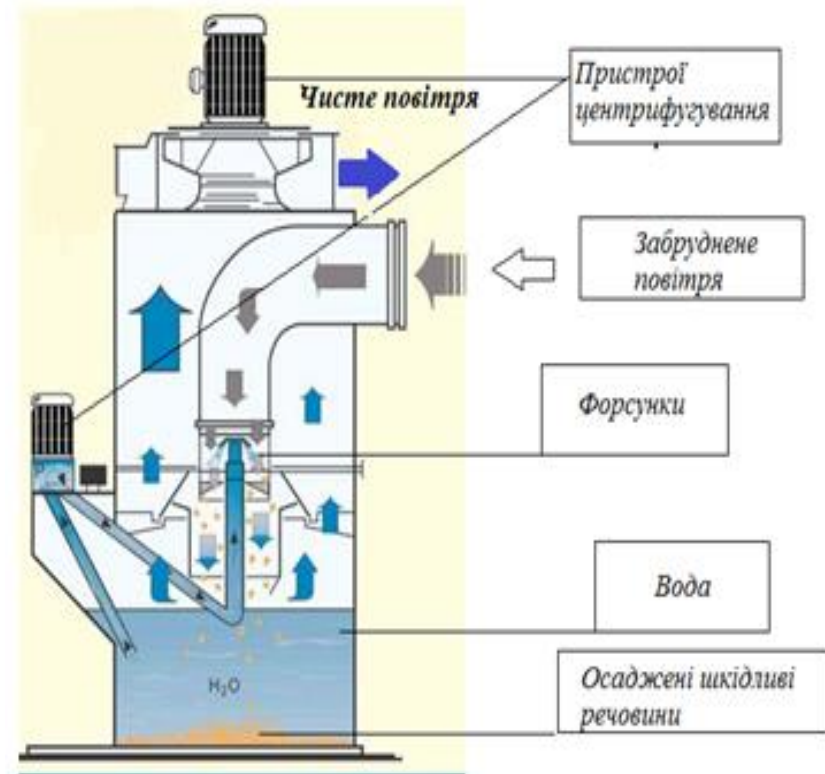
Але, оскільки на даному джерелі не встановлене очисне устаткування, то найбільш вигідно буде встановити відповідні очисні споруди.

						03-52.2403.57.19			
						ПРОДОВЖЕННЯ ДОДАТКУ А	Літера	Маса	Масшт.
Зм.	Док.	Докум.	Підпис	Дат.					
Розроб.		Боженик А. О.							
Перевір.		Корфатов О.С.							
Т. контр.							Архив 1	Архив 7	
Н. контр.							НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», ІЕЕ		
Затверд.		Ткачук К.К.							

## Рекомендований спосіб очистки атмосферного повітря. Скрубер серії «ICEF» 65



Зовнішній вигляд скрубера «ICEF» 65



Принцип роботи установки скрубера «ICEF» 65

						ОЗ-52.2403.57.19			
					ПРОДОВЖЕННЯ ДОДАТКУ А	Літера	Маса	Масшт.	
Зм.	Арк.	Докум.	Підпис	Дат					
Розроб.		Боженив А. О.							
Перевір.		Коданов О. С.							
Т. контр.						Аркуш 1	Аркушів 7		
Н. контр.					НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», ІЕБ				
Затверд.		Ткачук К.К.							

## Переваги «ICEF» 65 перед іншими установками

1. висока ефективність (за деякими компонентами вона досягає майже 100%), в той час як багато інших фільтрів здатні очищати спочатку до 70%, надалі - до 40% (іржавіють внутрішні поверхні, що дає високі експлуатаційні витрати);
2. установка «ICEF» 65 дозволяє ліквідувати вибухо-пожежну небезпеку робочої зони і вирішити питання екології та охорони праці на виробництві;
3. простота конструкції і необхідна продуктивність приводить до того, що «ICEF» 65 за вартістю, технічним характеристикам і експлуатаційним витратам на сьогоднішній день не має конкурентів;
4. окрім очищення повітря, «ICEF» 65 дозволяє витягувати з виробничих викидів цінний матеріал, накопичувати його і пускати в первинне та вторинне виробництво;
5. високий і стабільний ступінь очищення технологічного та побутового повітря дозволяє за допомогою «ICEF» 65 більш ефективно використовувати енергозберігаючі технології;
6. витрати на експлуатацію установки «ICEF» 65 мінімальні, так як єдиним витратним матеріалом є технічна вода (а з огляду на використання її рециркуляції витрата води зводиться тільки до її доливу в пристрій).
7. нові технічні рішення, застосовані в установці «ICEF» 65, роблять її універсальною системою з очищення повітря, а висока продуктивність установки дозволяє використовувати її цілодобово в складі загально- заводської вентиляції.

						ОЗ-52.2403.57.19				
						ПРОДОВЖЕННЯ ДОДАТКУ А	Літера	Маса	Масшт.	
Зм.	Арк.	Докум.	Підпис	Дат						
Розроб.		Боженив А. О.								
Перевір.		Ковалов О.С.								
Т. контр.										
							Аркуш 1	Аркуше 7		
Н. контр.							НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», ІЕЕ			
Затверд.		Ткачук К.К.								

## Охорона праці

Охорона праці – це система законодавчих, соціально-економічних, організаційних, технічних, гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів та засобів, які забезпечують безпеку, зберігання здоров'я та працездатності людини в процесі праці.

Основними небезпечними та шкідливими виробничими факторами в ливарному виробництві є:

1. підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони;
2. порушення температурного режиму повітря робочої зони, підвищена температура поверхонь устаткування, виливків, розплавлений метал;
3. підвищені рівні шуму та вібрації;
4. рухливі частини виробничого устаткування, транспортне та вантажопідйомне устаткування під час руху, вантажі, що транспортуються;
5. недостатня освітленість;
6. недостатньо місця на виробничих площадках;

					ОЗ-52.2403.57.19				
		</							

## Індивідуальний захист робітників

Робітникам, на робочих місцях яких відбувається виділенні шкідливих речовин, необхідно видавати індивідуальні засоби захисту рук, очей, шкіри.

Пропонується використовувати респіратори з фільтрами для очищення від пилу та шкідливих газів, повні маски з фільтрами для очищення повітря від пилу для сталеварів, розливників та електрозварювальників із склом для захисту очей від яскравого світла розплавленого металу, рукавиці для захисту рук від опіків. Засоби індивідуального захисту пропонується застосовувати найновіших та найефективніших моделей.

					ОЗ-52.2403.57.19					
					ПРОДОВЖЕННЯ ДОДАТКУ А			Літера	Маса	Масшт.
Зм.	Арк.	Докум.	Підпис	Дат						
Розроб.		Боженив А. О.								
Перевір.		Ковалов О.С.								
Т. контр.								Аркуш 1	Аркуші 7	
Н. контр.					НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», ІЕЕ					
Затверд.		Ткачук К.К.								



## Висновки

1. Проаналізовано діяльність відкритого акціонерного товариства «Запоріжсталь», яке належить до металургійної промисловості. Виробнича потужність комбінату становить 3,6 млн тонн сталі в рік. Виявлено значні викиди пилю та шкідливих газів в атмосферне повітря при роботі ливарної дільниці.
2. Розглянуто та описано існуючі способи лиття деталей з алюмінію та цинку на ПАТ «Запоріжсталь».
3. Обґрунтовано, що використання фільтру типу скруббер «ICEF» 65 для очистки атмосферного повітря є найбільш доцільним та ефективним.
4. Встановлено, що концентрації викидів оксидів азоту та оксиду вуглецю при роботі ливарної дільниці перевищують затверджений гранично допустимий викид на підприємстві.
5. Розраховано, що після проведення модернізації обсяг шкідливих речовин, що виділяються в атмосферу під час роботи ливарної дільниці зменшиться майже в 20 разів.
6. ПАТ «Запоріжсталь» стабільно працює, розвивається і продовжує модернізацію з використанням сучасних прогресивних установок, які відповідають усім світовим стандартам природоохоронних технологій.
7. Проведення модернізації на ПАТ «Запоріжсталь» забезпечить додатковий дохід в розмірі 20924,35 грн/рік. Термін окупності складає 1 рік і 2 місяці.

					03-52.2403.57.19				
					ПРОДОВЖЕННЯ ДОДАТКУ А	Літера	Маса	Масшт.	
Зм.	Арк.	Докум.	Підпис	Дат					
Розроб.		Божено А. О.							
Перевір.		Кофанов О.С.							
Т. контр.						Аркуш 1	Аркушів 7		
Н. контр.						ІНТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», ІЕЕ			
Затверд.		Ткачук К.К.							